

# Straßennetz-Modellierung in Leipzig 1814

## Agent Based Modeling

Henry Schach, Dorothea Fritz

eHumanities Data Science

11.07.2024

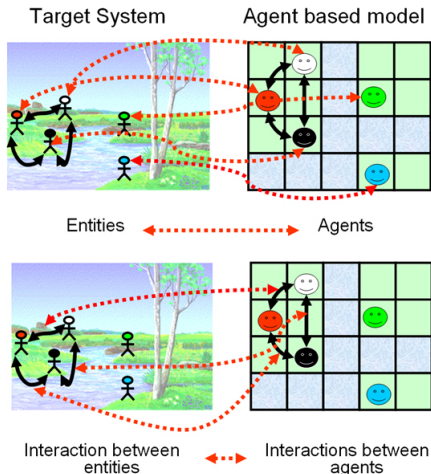
# Inhaltsverzeichnis

- 1 Fragestellung
- 2 Model
- 3 Demo
- 4 Datenerhebung
- 5 Beurteilung
- 6 Quellen

Wie lässt sich ABM zur Untersuchung von historischen Stadtkarten nutzen?

# Was ist eigentlich ABM?

- modelliere Bürger als Agenten
- lasse Agenten auf vorgegebener Karte verschiedenen Aufgaben nachgehen



# ähnliche Projekte

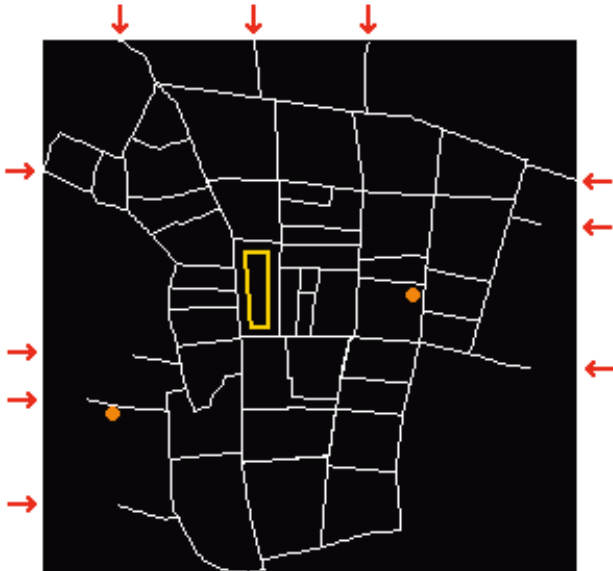
- Modelling Maritime Trade Systems: Agent-Based Simulation and Medieval History (Ewert, Sunder, 2018)
- Climate change and internal migration patterns in Bangladesh: an agent-based model (Hassani- Mahmooei, Parris, 2012)

gegebene Daten



## Grundriss von Leipzig 1814

# Straßengraph



# gegebene Daten

- Ochsenkarrenfunktion (Herzog, 2013) zur Kostenberechnung:  
$$f(s) = 1 + \left(\frac{c}{s}\right)^2$$
  
s...Neigung in Prozent  
c...kritisches Neigung (10% bis 12%)
- Kostenkarte (F. Linsel, 2024) berechnet mit Ochsenkarrenfunktion



# Verhalten der Bürger

Parameter	Wert	Erklärung
CHRISTIAN_RATE	75%	Anzahl der Christen
WORK_ON_SUNDAY_RATE	5%	Anzahl der Bürger, die Sonntags arbeiten
WORKS_IN_CITY_RATE	35%	Anzahl der Bürger, die in der Stadt arbeiten
LIVES_IN_CITY_RATE	35%	Anzahl der Bürger, die in der Stadt wohnen
MARKT_VISIT_RATE	80%	Anzahl der Marktbesucher
TICKS_PER_HOUR	100	Fortbewegungstempo der Bürger

# Welche Tasks gibt es?

Work - Gehe zu Arbeit

Home - Gehe nach Hause

Random Target - Zufällige Besorgungen

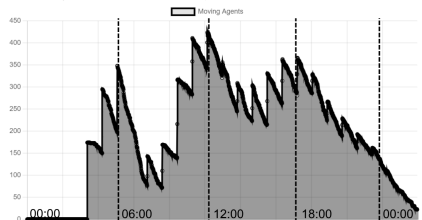
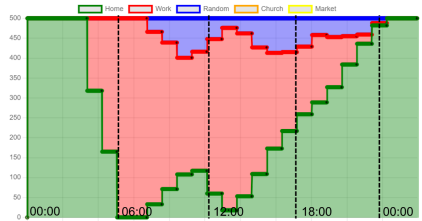
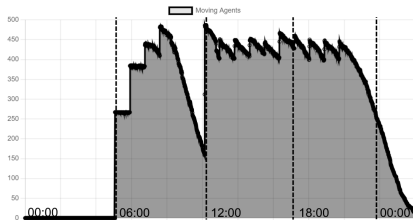
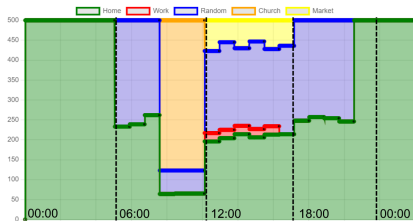
Church - Suche die nächste Kirche auf

Market - Besuche den Markt

# Demo

Arbeitstag  
Sonntag

# Agentenbewegung



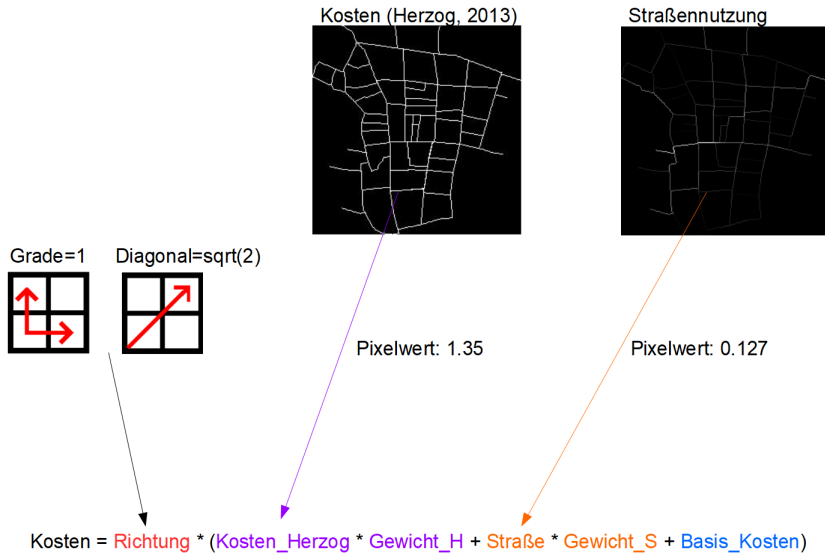
# Wegfindung

Wegfindung durch A\*-Algorithmus:

- Jeder Pixel als Knoten eines Graphes
- Knoten, die am wahrscheinlichsten zum Ziel führen, werden zu erst untersucht
- Als Heuristik für den wahrscheinlichsten Weg wird die euklidische Distanz zwischen untersuchten Knoten und dem Zielknoten genutzt

Beispiel: A-Algorithm

# Knotenkosten



# Berechnung der Karten

- Jeder Schritt wird gespeichert
- Am Ende des Tages zwischen 0 und 1 normalisiert



Ende  
Tag 2

Multipliziert mit 0.1



- Die Wegfindung nutzt immer die geglättete Karte des Vortages



Multipliziert mit 0.9

Neue geglättete Karte

# Straßennutzung an Tag 30

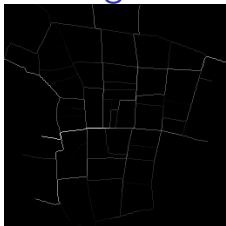


Figure: Arbeitsstag tagsüber



Figure: Sonntag tagsüber



Figure: Arbeitsstag nachts



Figure: Sonntag nachts



Be-  
havior

generiert  
Tagespläne

Navi-  
gation

zuständig für  
Kostenberech-  
nung und  
Wegfindung

Agent

zuständig für  
Agentenbewe-  
gung

Model

Rahmen, in  
dem alle  
Funktionen  
zusammen-  
laufen

Server

visuelle  
Darstellung  
des Models

# Probleme

- mangelndes historisches Hintergrundwissen
- Kausalitäten werden durch Parameter selbst festgelegt
- Straßenkapazitäten werden nicht berücksichtigt
- Grenzen des Programms (u.a. in Leistung, Darstellungsmöglichkeiten)
- ursprüngliche Kostenkarte nicht für Fußgänger berechnet

# Vor- und Nachteile von Mesa

## Vorteile:

- Web-Oberfläche frei konfigurierbar
- Graphen, Diagramme und Eingabefelder (Slider, Buttons, ...) für Parameter lassen sich einfach hinzufügen
- leicht zu lernen
- Datenerhebung während Modellierung

## Nachteile:

- lange Berechnungsdauer bei großer Anzahl von Agenten ( $>500$ )
- Darstellung von (großen) Grids/Karten

- Hinzufügen von verschiedenen Agentenklassen
- Hinzufügen von verschiedenen Fortbewegungsmethoden
- Entfernen von viel genutzten Straßen, um deren Signifikanz für das Straßennetz festzustellen
- Ausweiten des Modells auf andere/größere Karten

# Quellen

- Spatial analysis based on cost functions(Herzog, 2020)
- Theory and Practice of Cost Functions (Herzog, 2013)
- *[https : //de.wikipedia.org/wiki/A \\* –Algorithmus](https://de.wikipedia.org/wiki/A*_Algorithmus)*
- Climate change and internal migration patterns in Bangladesh: an agent-based model; Behrooz Hassani-Mahmooei, Brett W. Parris; 2012
- Modelling Maritime Trade Systems: Agent-Based Simulation and Medieval History; Ulf Christian Ewert; Marco Sunder; 2018
- ABM Beispiel:  
*[https : //www.researchgate.net/figure/In – agent – based – modelling – the – entities – of – the – system – are – represented – explicit – and\\_fig1\\_23961383](https://www.researchgate.net/figure/In-agent-based-modelling-the-entities-of-the-system-are-represented-explicit-and_fig1_23961383)*
- gif: Von Subh83 - Eigenes Werk, CC BY 3.0,  
*[https : //commons.wikimedia.org/w/index.php?curid = 14916867](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14916867)*
- Grundriss Leipzig:  
*[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/Neuester\\_Grundriss\\_der\\_Stadt\\_Leipzig.\\_Veranstaltet\\_von\\_Georg\\_Voss.\\_1814.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/Neuester_Grundriss_der_Stadt_Leipzig._Veranstaltet_von_Georg_Voss._1814.jpg)*
- Straßengraph binär: Florian Linsel; 2024
- andere Grafiken: Henry Schach, Dorothea Fritz; 2024
- GitLab Projekt