Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

SIMULATION DER INFEKTIONSAUSBREITUNG ÜBER ÖFFENTLICHE VERKEHRSMITTEL

HAW Hamburg – Masterstudiengang Informatik

Ringvorlesung Seminar – WiSe 2012/13

Carsten Noetzel

Gliederung

- Einführung
  - Ziel der Masterarbeit
  - Arbeitshypothese
  - Motivation
  - Abgrenzung
- Masterplan
- Methodisches Vorgehen
  - Anforderungen
  - Architektur
  - Umsetzung SCA-Modell
  - Validierung
- Status
  - Rückblick Projekt 1
  - Offene Aufgaben
- Chancen & Risiken
- Zusammenfassung

Ziel der Masterarbeit

- Entwicklung eines Simulationsmodells zur Analyse der Infektionsausbreitung über öffentliche Verkehrsmittel

- Informatik Aspekt
  - Untersuchung des Situated-Cellular-Agent Konzeptes zur Simulation des Verhaltens von Passagieren

- Epidemiologischer Aspekt
  - Rolle öffentlicher Verkehrsmittel bei der Übertragung von Krankheitserregern
  - Untersuchung von Maßnahmen zur Eindämmung der Infektionsausbreitung

Arbeitshypothese

Öffentliche Verkehrsmittel spielen eine maßgebliche Rolle bei der spatialen Ausbreitung einer Infektionskrankheit und sind häufig selbst Ort der Infektionsübertragung.

Untersuchung dieser These mit Hilfe des SCA-Modells zur Nachahmung des Verhaltens von Passagieren.

Motivation 1/2

- Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel nimmt zu
  - HVV: 560 Millionen (2005) 676 Millionen (2010) ≙ + 20 % [8]
  - ø 2,3 Millionen Fahrgäste pro Werktag [9]

→Viele Menschen auf engem Raum

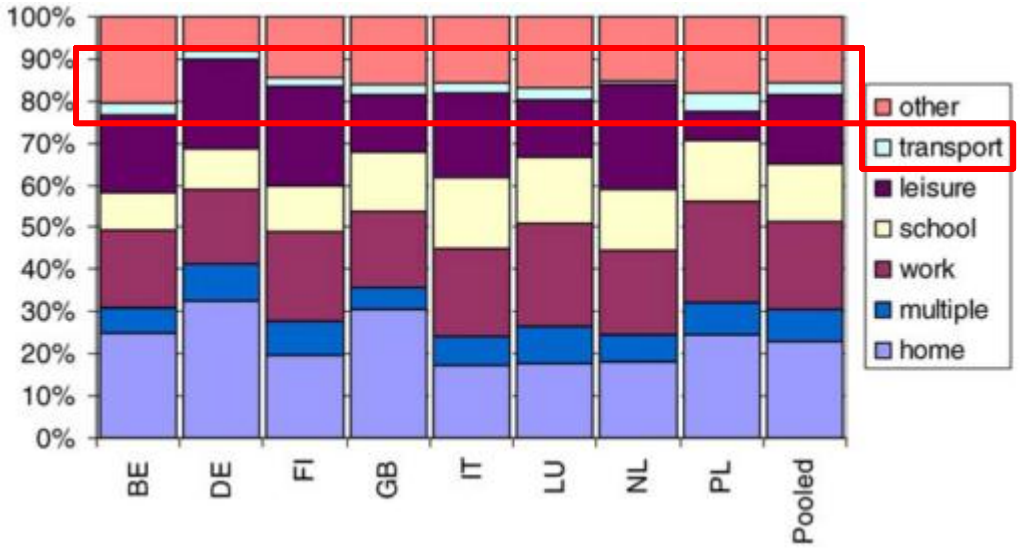
→Viele gemeinsam genutzte Oberflächen

[Abb. 1]

[Abb. 2]

Motivation 2/2

- Öffentliche Verkehrsmittel bleiben bei epidemiologischen Simulationsmodellen häufig unberücksichtigt [1, 2, 3, 4]



[Abb. 3] aus [5]

- Annahme das öffentliche Verkehrsmittel dennoch an der Infektionsübertragung beteiligt sind [4, 5, 6, 7]

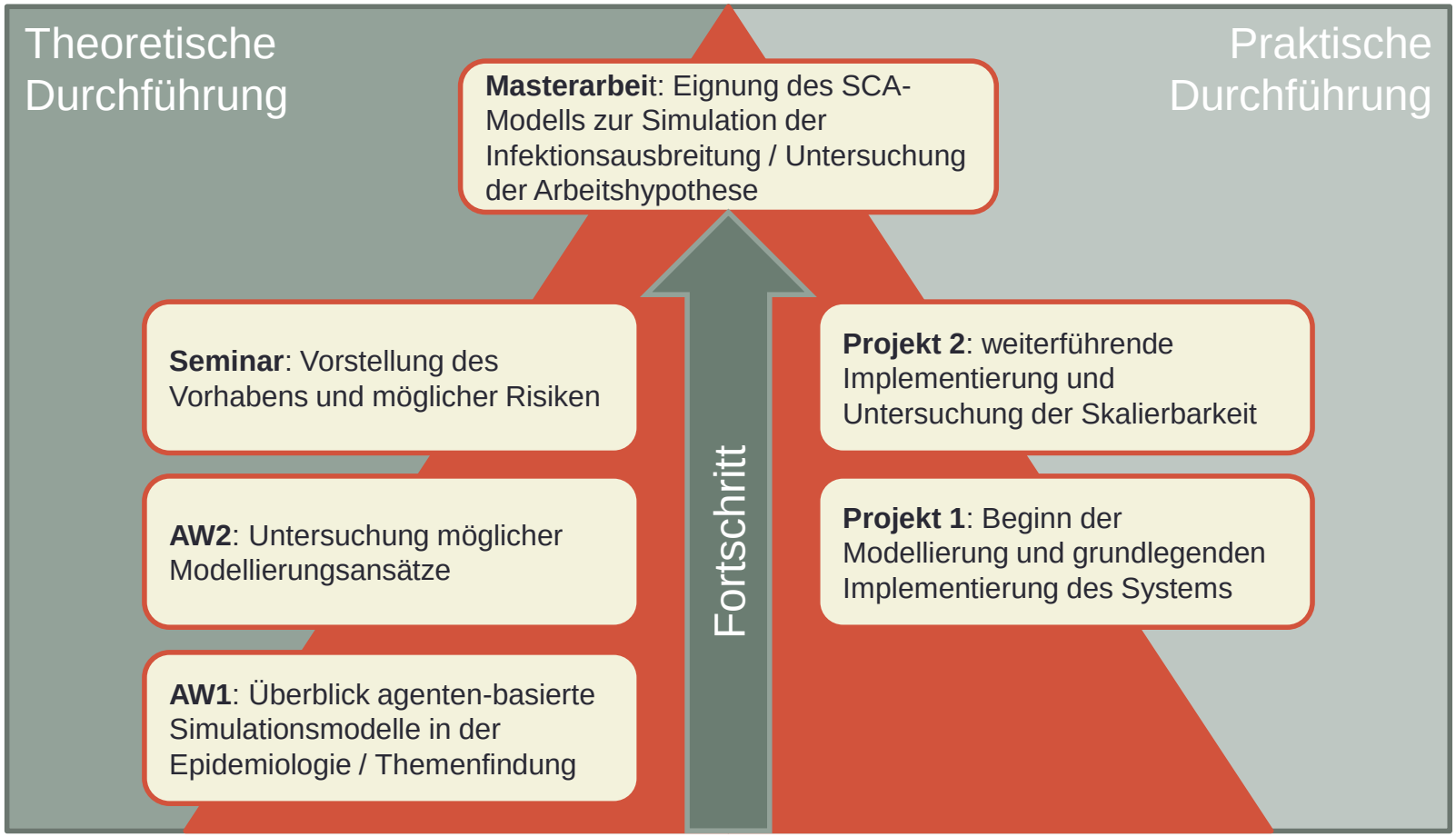
Abgrenzung

- Fokus auf Infektionsübertragung innerhalb von öffentlichen Verkehrsmitteln
- Begrenzung auf die U-Bahnlinien des HVV

- Detaillierte Betrachtung mobiler Aktivitäten
  - Unterschiedliche Übertragungswege für Erreger
  - Unterschiedliche Verhaltensweisen von Passagieren
  - Unterschiedliche Tagesabläufe auf Basis soziodemografischer Aspekte

- Grobe Betrachtung stationärer Aktivitäten
  - Feste Wahrscheinlichkeit der Infektionsübertragung
  - Keine Rollen innerhalb der Lokalitäten

Masterplan


Theoretische Durchführung
Praktische Durchführung
Masterarbeit: Eignung des SCA-Modells zur Simulation der Infektionsausbreitung / Untersuchung der Arbeitshypothese
Seminar: Vorstellung des Vorhabens und möglicher Risiken
AW2: Untersuchung möglicher Modellierungsansätze
AW1: Überblick agenten-basierte Simulationsmodelle in der Epidemiologie / Themenfindung
Fortschritt
Projekt 2: weiterführende Implementierung und Untersuchung der Skalierbarkeit
Projekt 1: Beginn der Modellierung und grundlegenden Implementierung des Systems

Anforderungen 1/3

Welche Aspekte der Realität sollen abgebildet werden?

- Krankheit – Influenza
  - Kontakt-, Tröpfchen-, ~~Schwebstoff-~~, ~~Bindehaut~~-Infektion
  - Inkubations- und Infektionszeit, Krankheitsverlauf
  - Überlebensrate von Erregern auf unterschiedlichen Oberflächen

  → SEIR-Modell, diverse Studien [14, 15]

- Population
  - Individuelle Eigenschaften und Verhaltensweisen
  - Tagesabläufe auf Basis soziodemografischer Aspekte

  → RiMEA-Standardpopulation, Activity-based-Approach

Anforderungen 2/3

Welche Aspekte der Realität sollen abgebildet werden?

- Dynamik innerhalb der Verkehrsmittel
  - Detaillierte Modellierung von Wagons
  - Sitzplatzsuche und Nutzung von Objekten (Griffe, Mülleimer, Fenster, Türen)

  →SCA-Modell

- Stationäre Aktivitäten
  - Unterschiedliche Typen von Lokationen (Home, Work, School, University, Leisure)
  - Feste Infektionswahrscheinlichkeiten

  →OpenStreetMap, Statistikamt Nord

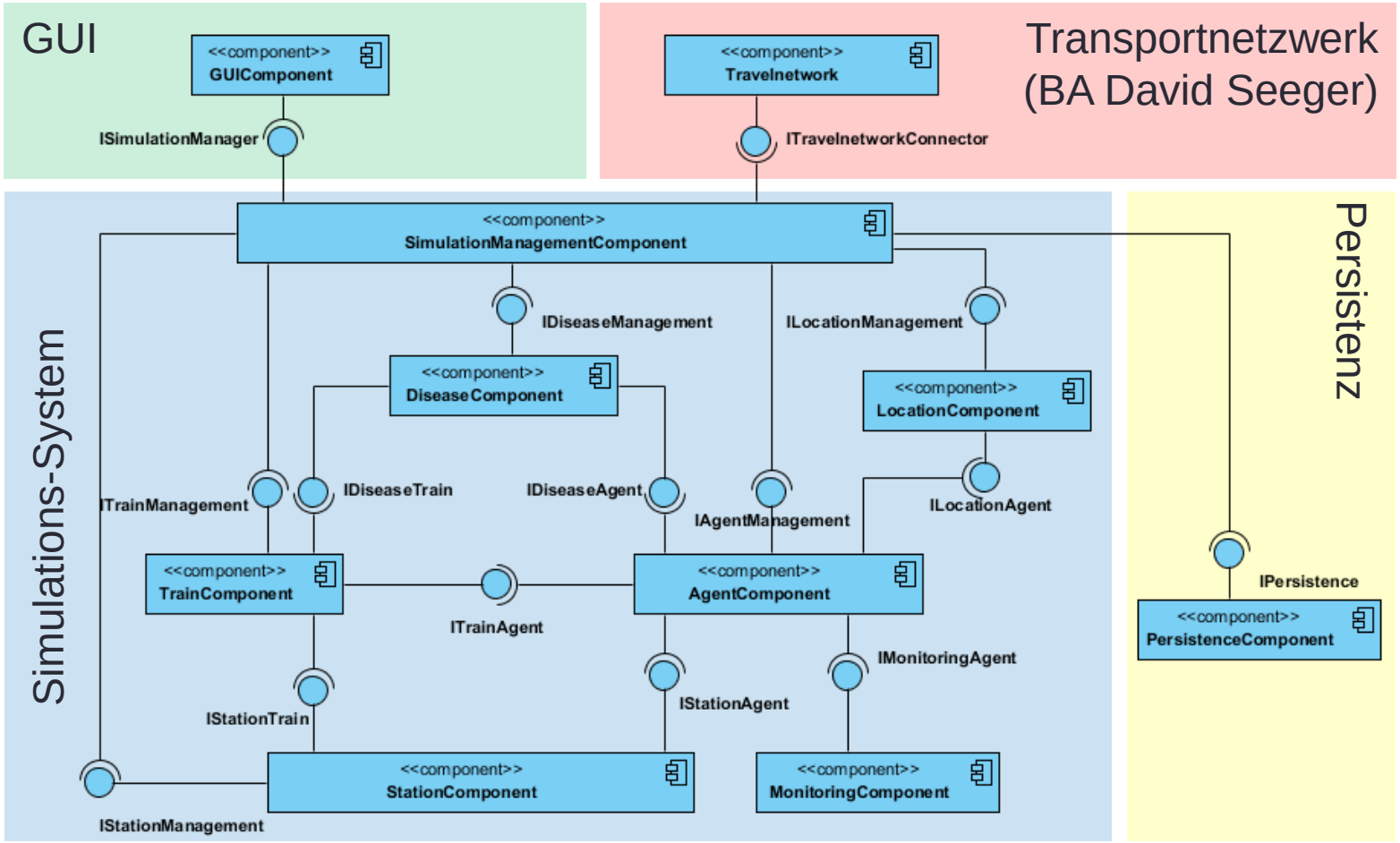
Anforderungen 3/3

Welche Aspekte der Realität sollen abgebildet werden?

- Transportnetzwerk
  - U-Bahnlinien des HVV mit Stationen
  - Reale Fahrpläne mit Berücksichtigung von Tageszeit und Wochentag
  - Wegfindung
  - Visualisierung des Netzwerkes

→Bachelorarbeit David Seeger

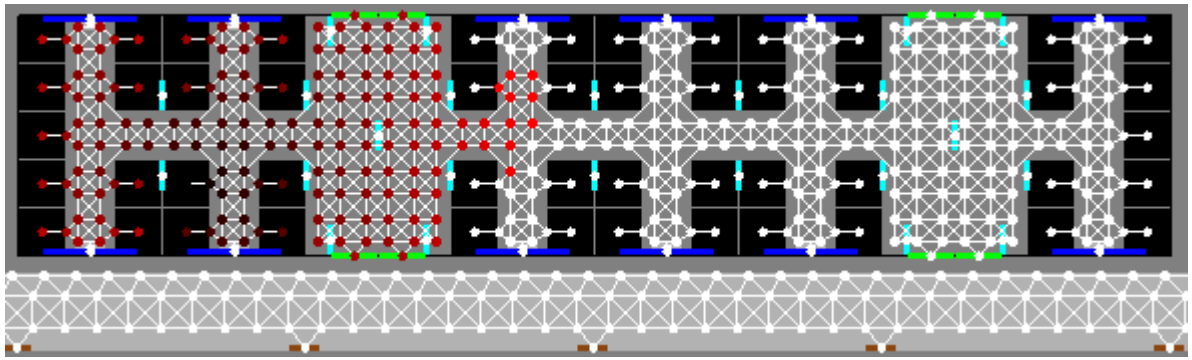
Architektur



SCA-Modell 1/2

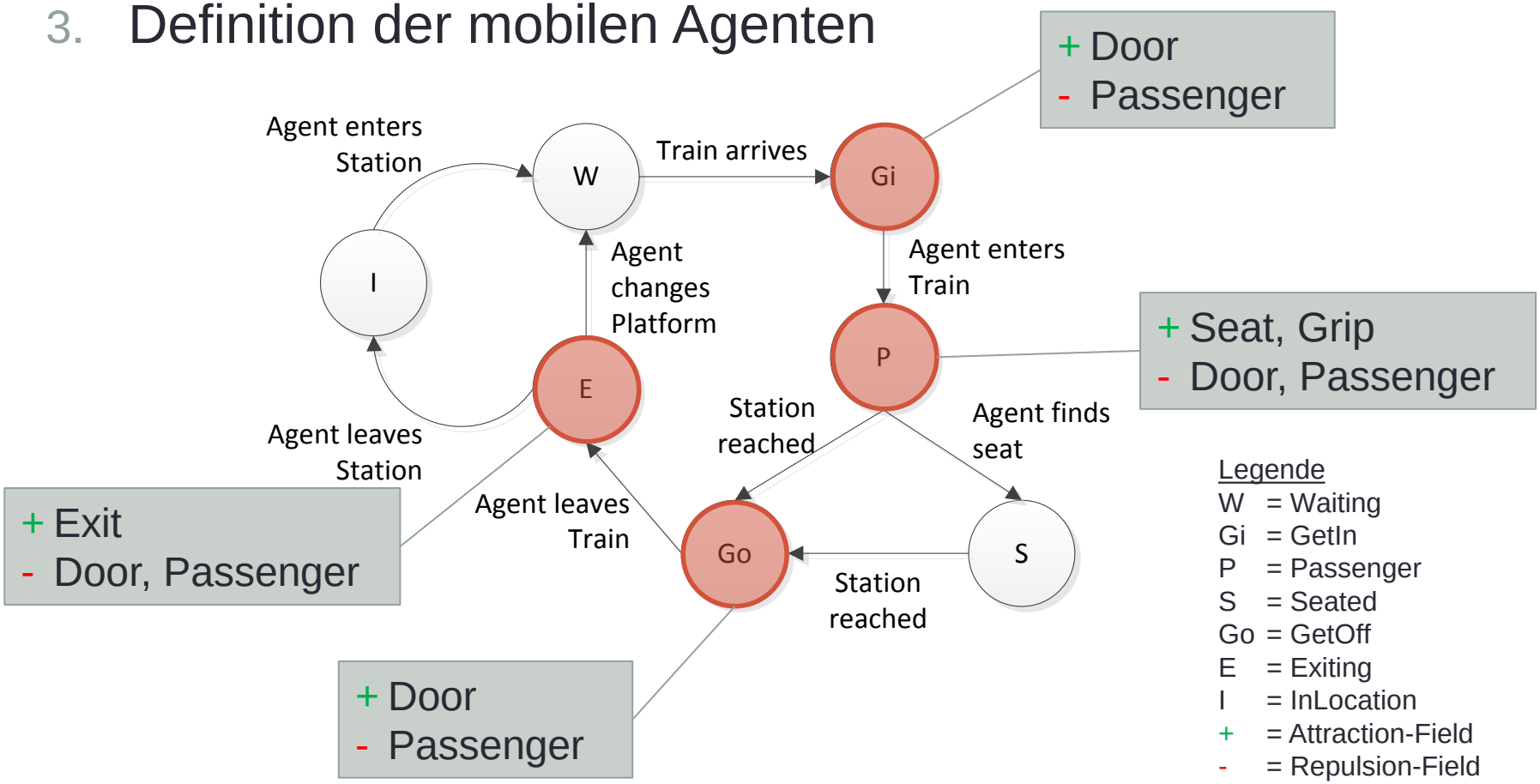
Vorgehen nach Bandini [13]

1. Definition der spatialen Struktur eines Wagons
2. Identifizierung der aktiven Elemente in der Umgebung
   - Sitze, Griffe, Türen, Ausgänge, Mülleimer, Fenster



SCA-Modell 2/2

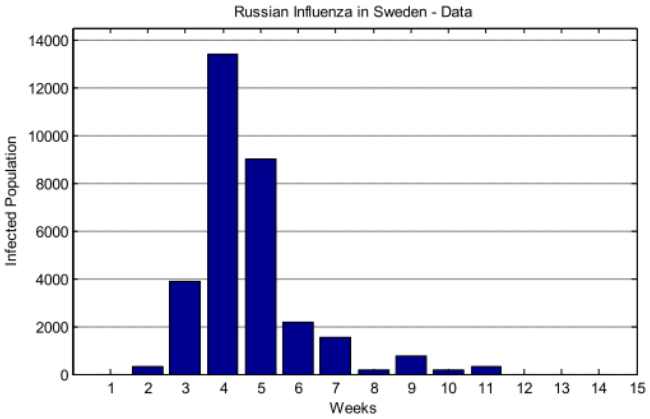
3. Definition der mobilen Agenten



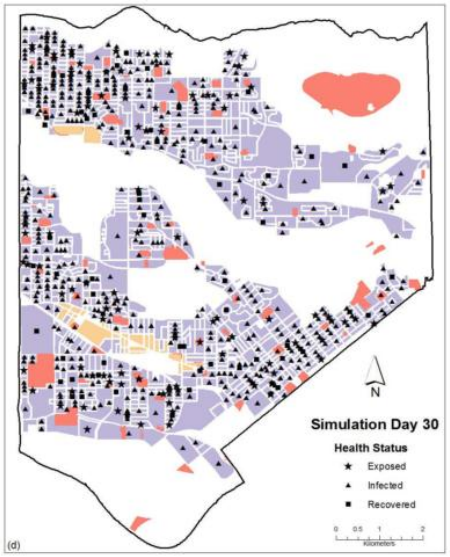
Validierung 1/2

Simulations-Output

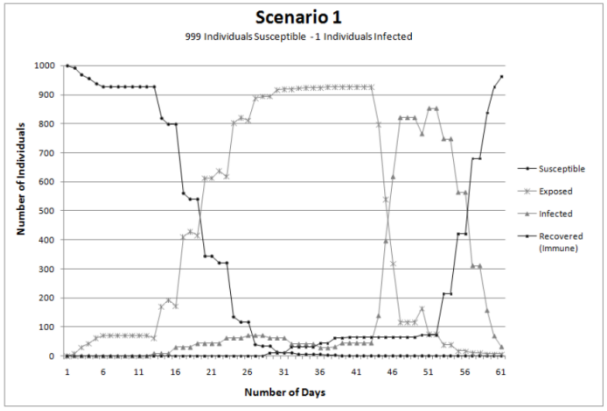
- Anzahl Neuerkrankungen pro Tag/Woche
- Geografische Verteilung der Erkrankungen
- SEIR-Kurve



[Abb. 4] aus [10]



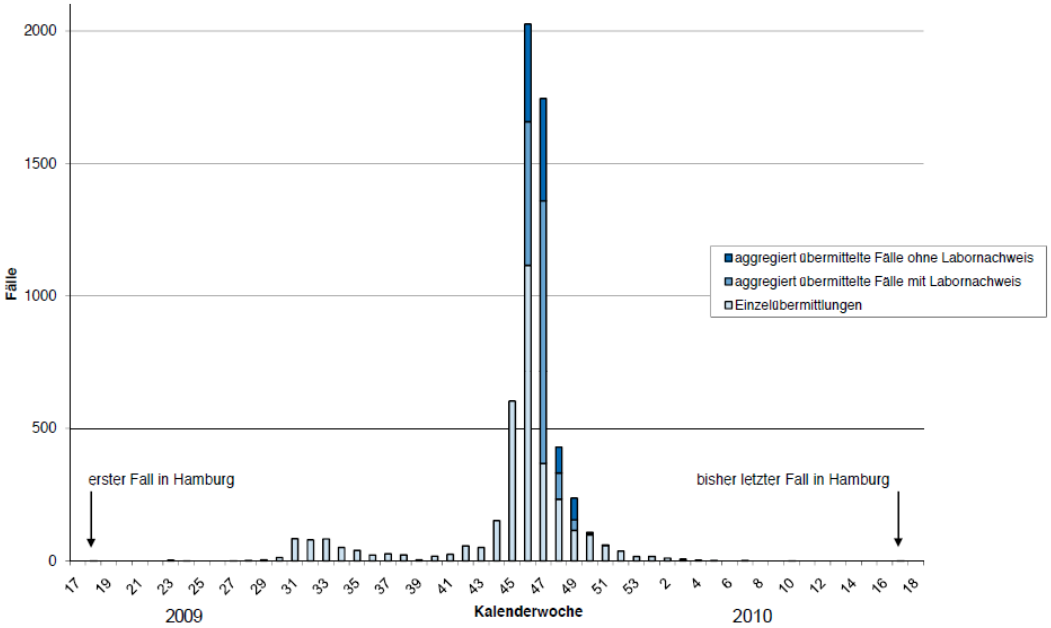
[Abb. 5] aus [11]



[Abb. 6] aus [11]

Validierung 2/2

- Empirische Daten des Instituts für Hygiene und Umwelt
  - Jahresberichte 2009/2010 zu H1N1-Pandemie „Schweinegrippe“



[Abb. 7] aus [12]

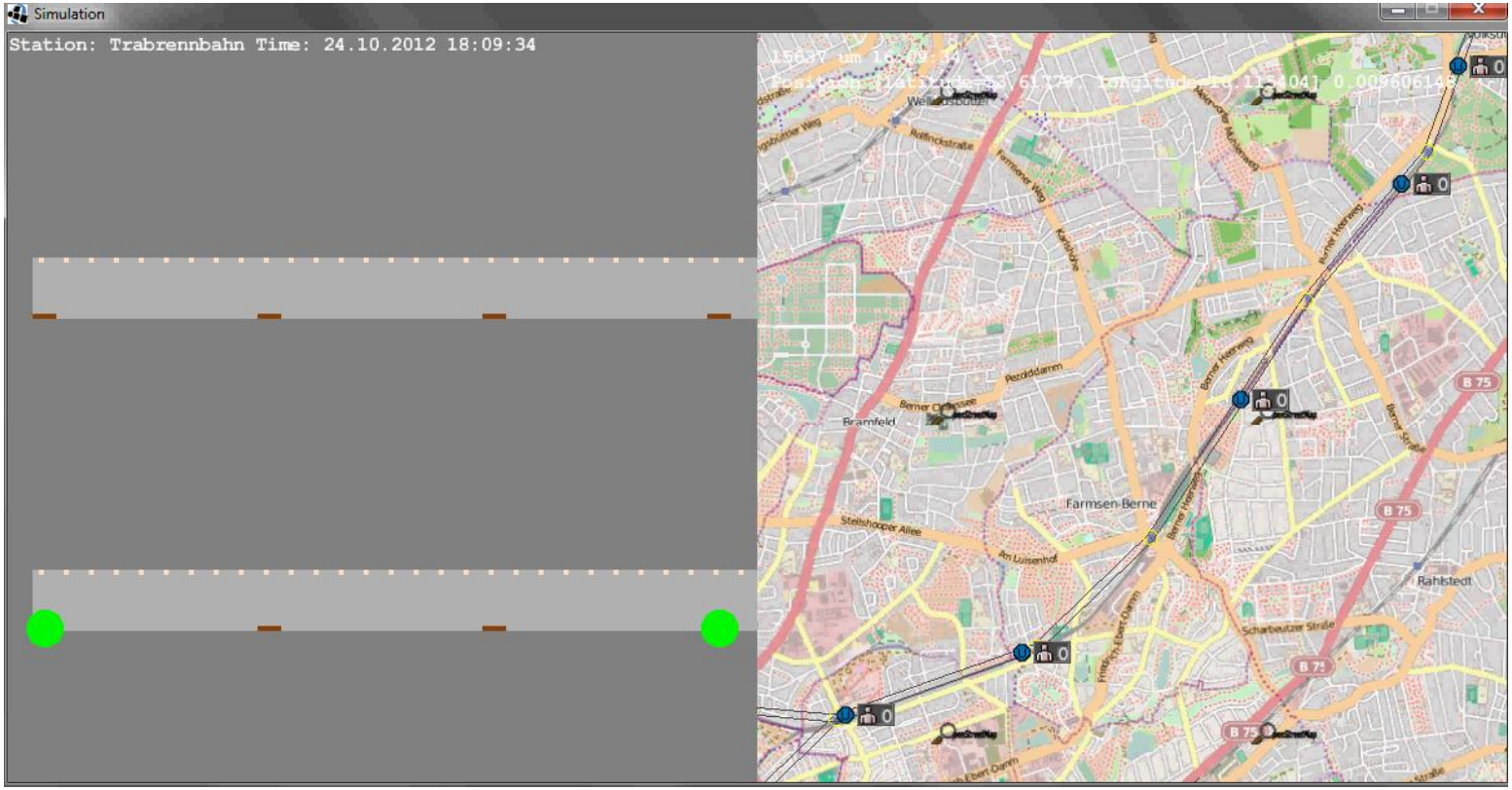
[Abb. 8] aus [12]

Rückblick Projekt 1 1/2

- Erarbeitung der Anforderungen für das Simulationsmodell
- Entwurf der Architektur des Simulationsmodells
- Implementierung des grundlegenden SCA-Modells
- Schnittstellenspezifikation für das Transportnetzwerk
- Anbindung des Transportnetzwerkes
- Implementierung einer Factory-Komponente zur Erzeugung unterschiedlicher Zug-Typen

→ Grundlegender Prototyp mit dem Agenten U-Bahn fahren können

Rückblick Projekt 1 2/2



Offene Aufgaben

Krankheit

- Implementierung des Krankheitsverlaufs und der Überlebensrate von Erregern auf Oberflächen

Population

- Erstellung einer Population und Zuweisung von Aktivitäten

Verhalten innerhalb der Verkehrsmittel

- Verfeinerung des SCA-Modells in Bezug auf die Nutzung von Objekten und Fehlerbeseitigung

Stationäre Aktivitäten

- Import von Lokationen und Zuweisung zu Aktivitäten

Chancen

Valides Simulationsmodell

- „Was-wäre-wenn“-Analysen sind durchführbar
- Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich auf die Realität übertragen
- Aussage über das Verhältnis der Übertragungswahrscheinlichkeit bei stationären und mobilen Tätigkeiten

SCA-Modell

- Vorgehensweise zur Nutzung des SCA-Modells für diese Art von Simulationen

Erstmalige detaillierte Simulation des Verhaltens innerhalb von Verkehrsmitteln und der damit verbundenen Infektionsübertragung

Risiken

Performance

- Derzeitige Implementierung der Agenten als Threads
- Scheduling-Overhead bei vielen Agenten

Sensitivität

- Kleine Änderungen an den Eingabeparametern haben starke Auswirkungen

Validierung

- Simulationsmodell liefert Ergebnisse die sich nur bedingt oder gar nicht mit empirischen Daten validieren lassen

Zusammenfassung

Hypothese

- Öffentliche Verkehrsmittel spielen eine Rolle bei der Übertragung von Krankheitserregern

Ziel der Arbeit

- Erstellung eines Simulationsmodells zur Analyse der Infektionsübertragung innerhalb öffentlicher Verkehrsmittel

Ansatz

- Nutzung des SCA-Modells zur Nachbildung des Verhaltens von Passagieren

Abbildungen

[Abb. 1] Annabella Bluesky , Science Photo Library, http://www.sciencephoto.com/media/354528/enlarge, 17.10.2012
[Abb. 2] Mark Thomas , Science Photo Library, http://www.sciencephoto.com/media/88321/enlarge, 17.10.2012
[Abb. 3] Prozentuale Verteilung von Kontakten unterschieden nach Ländern und Ort des Kontaktes, Quelle [5]
[Abb. 4] Neuinfektionen pro Woche als Balkendiagramm, Quelle [10]
[Abb. 5] Karte von Burnaby (Kanada) mit Darstellung der Wohnhäuser und Krankheitszustände der Einwohner, Quelle [11]
[Abb. 6] Zeitlicher Verlauf der Zustände innerhalb der Population auf Basis des SEIR-Modells, Quelle [11]
[Abb. 7] Anzahl der Influenza-Neuerkrankungen pro Woche in Hamburg 2009/2010, Quelle [12]
[Abb. 8] Influenza-Neuerkrankungen in den Hamburger Bezirken 2009, Quelle [12]

Literatur 1/2

[1] ALEMAN, Dionne M.; WIBISONO, Theodoras G.; SCHWARTZ, Brian:
Accounting for individual behaviors in a pandemic disease spread model. In: Winter Simulation Conference. Austin, Texas: Winter Simulation Conference, 2009 (Newman 2002), S. 1977–1985 ISBN 9781424457717

[2] BORKOWSKI, Maciej ; PODAIMA, Blake W. ; MCLEOD, Robert D.:
Epidemic modeling with discrete-space scheduled walkers: extensions and research opportunities. In: BMC public health 9 Suppl 1 (2009), Januar, S. 1–19. – ISSN 1471-2458

[3] WANG, Jiasheng; XIONG, Jianhong; YANG, Kun:
Use of GIS and agentbased modeling to simulate the spread of influenza. In: The 18th International Conference on Geoinformatics (2010), S. 1–6

[4] YANG, Yong; ATKINSON, Peter; ETTEMA, Dick:
Individual spacetime activity-based modelling of infectious disease transmission within a city. In: Journal of the Royal Society, Interface / the Royal Society 5 (2008), Juli, Nr. 24, S. 759–72. – ISSN 1742-5689

[5] MOSSONG, Joel; HENS, Niel; JIT, Mark; BEUTELS, Philippe; AURANEN, Kari; MIKOLAJCZYK, Rafael; MASSARI, Marco; SALMASO, Stefania; TOMBA, Gianpaolo S.; WALLINGA, Jacco; HEIJNE, Janneke; SADKOWSKA-TODYS, Malgorzata; ROSINSKA, Magdalena; EDMUNDS, W J.:
Social contacts and mixing patterns relevant to the spread of infectious diseases. In: PLoS medicine 5 (2008), März, Nr. 3, S. e74. - ISSN 1549-1676

[6] ROBERT KOCH-INSTITUT: ***Nationaler Pandemieplan, Teil III***. 2007.
URL http://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/I/Influenza/influenzapandemieplan_III.pdf, Datum 17.10.2012

[7] TROKO, Joy; MYLES, Puja; GIBSON, Jack; HASHIM, Ahmed; ENSTONE, Joanne; KINGDON, Susan; PACKHAM, Christopher; AMIN, Shahid; HAYWARD, Andrew; NGUYEN VAN-TAM, Jonathan:
Is public transport a risk factor for acute respiratory infection? In: BMC infectious diseases 11 (2011), Januar, Nr. 1, S. 16. - ISSN 1471-2334

Literatur 2/2

[8] HAMBURGER VERKEHRSVERBUND GmbH: **Zahlenspiegel 2010**.
URL http://www.hvv.de/pdf/wissenwertes/downloads/Zahlenspiegel_2010.pdf, Datum 17.10.2012

[9] HAMBURGER VERKEHRSVERBUND GmbH: HVV in Zahlen.
URL http://www.hvv.de/ueber-uns/hvv-in-zahlen/index.php, Datum 23.10.2012

[10] AHMED, Aslam; GR EENSMITH, Julie; AICKELIN, Uwe: **Variance in system dynamics and agent based modelling using the SIR model of infectious disease.** In: 26th European Conference on Modelling and Simulation, 2012, Koblenz

[11] PEREZ, Liliana; DRAGICEVIC, Suzana: ***An agent-based approach for modeling dynamics of contagious disease spread***. In: International journal of health geographics 8 (2009), Januar, S. 50. - ISSN 1476-072X

[12] FELL, Gerhard; BRANDAU Daniel: **Meldepflichtige Infektionskrankheiten in Hamburg 2009 Epidemiologischer Bericht** / Institut für Hygiene und Umwelt. Hamburg, 2009.
URL http://www.hamburg.de/contentblob/2463562/data/jahresbericht-2009-infektionsepidemiologie.pdf

[13] BANDINI, Stefania; FEDERICI, Mizar L.; VIZZARI, Guiseppe:
A methodology for crowd modelling with situated cellular agents. In: WOA 2005 (2005), S. 91–98.
URL http://www-lia.deis.unibo.it/books/woa2005/papers/13.pdf

[14] GREATOREX, Jane S.; DIGARD , Paul; CURRAN, Martin D.; MOYNIHAN, Robert; WENSLEY, Harrison; VARSANI, Harsha; GARCIA, Fayna; ENSTONE, Joanne; TAM, Jonathan S. Nguyen-van: ***Survival of Influenza A (H1N1) on Materials Found in Households: Implications for Infection Contro***l. 6 (2011), Nr. 11, S. 2–7

[15] BEAN, B ; MOORE, B M.; STERNER, B; PETERSON, L R.; GERDING, D N.; BALFOUR, H H.: ***Survival of Influenza Viruses on Environmental Surfaces***. Juli 1982. – URL http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6282993

VIELEN DANK FÜR EURE AUFMERKSAMKEIT!

Gibt es noch Fragen?