

# **Infektionssimulation**

**Florian Flachsenberg, Alexander Droste**

# Modellübersicht I

## Wirt

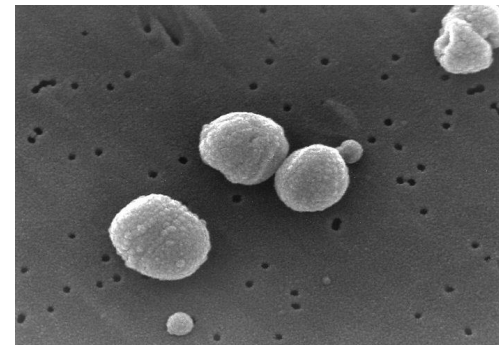


Zustand  
Position  
Immunitäten

Infektionsarten:  
(oral, inhalativ, perkutan (Haut), sexuell)  
mit verschiedenen Radii



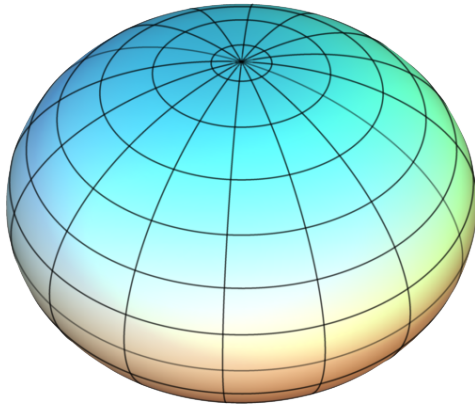
## Erreger



Infektionswahrscheinlichkeiten  
Ausbruchswahrscheinlichkeiten  
Immunogenität  
Immunogenitätsfaktoren  
Mortalität  
Inkubationsdauer  
Krankheitsdauer  
Mutationsrate

# Modellübersicht II

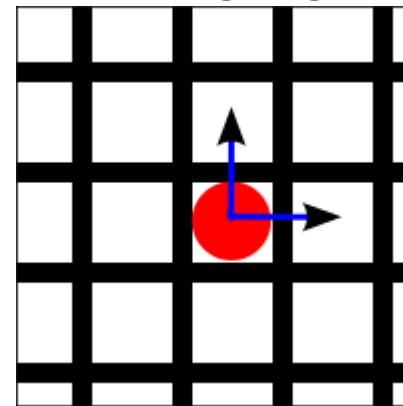
**Welt**



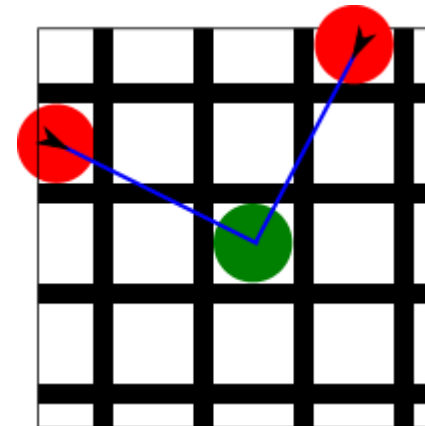
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OblateSpheroid.PNG>

Bewegung, Infektion, Krankheitsverläufe  
mit begrenzt variablem Verhalten

**Bewegung**

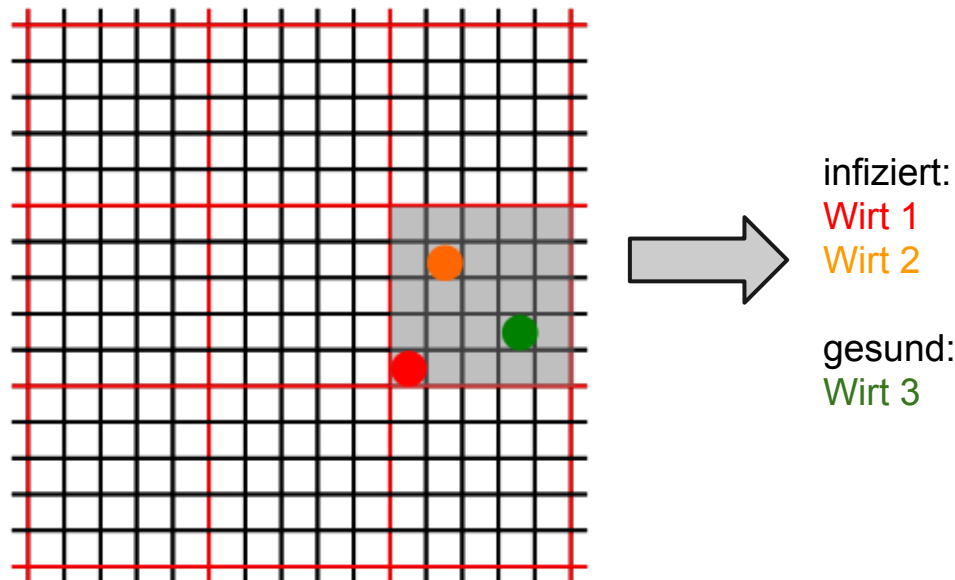


**Infektion**



# Modellierung der Infektion

Welche der infektiösen Wirte können einen gesunden Wirt infizieren?  
=> Umkreis mit Durchmesser des max. doppelten Infektionsradius

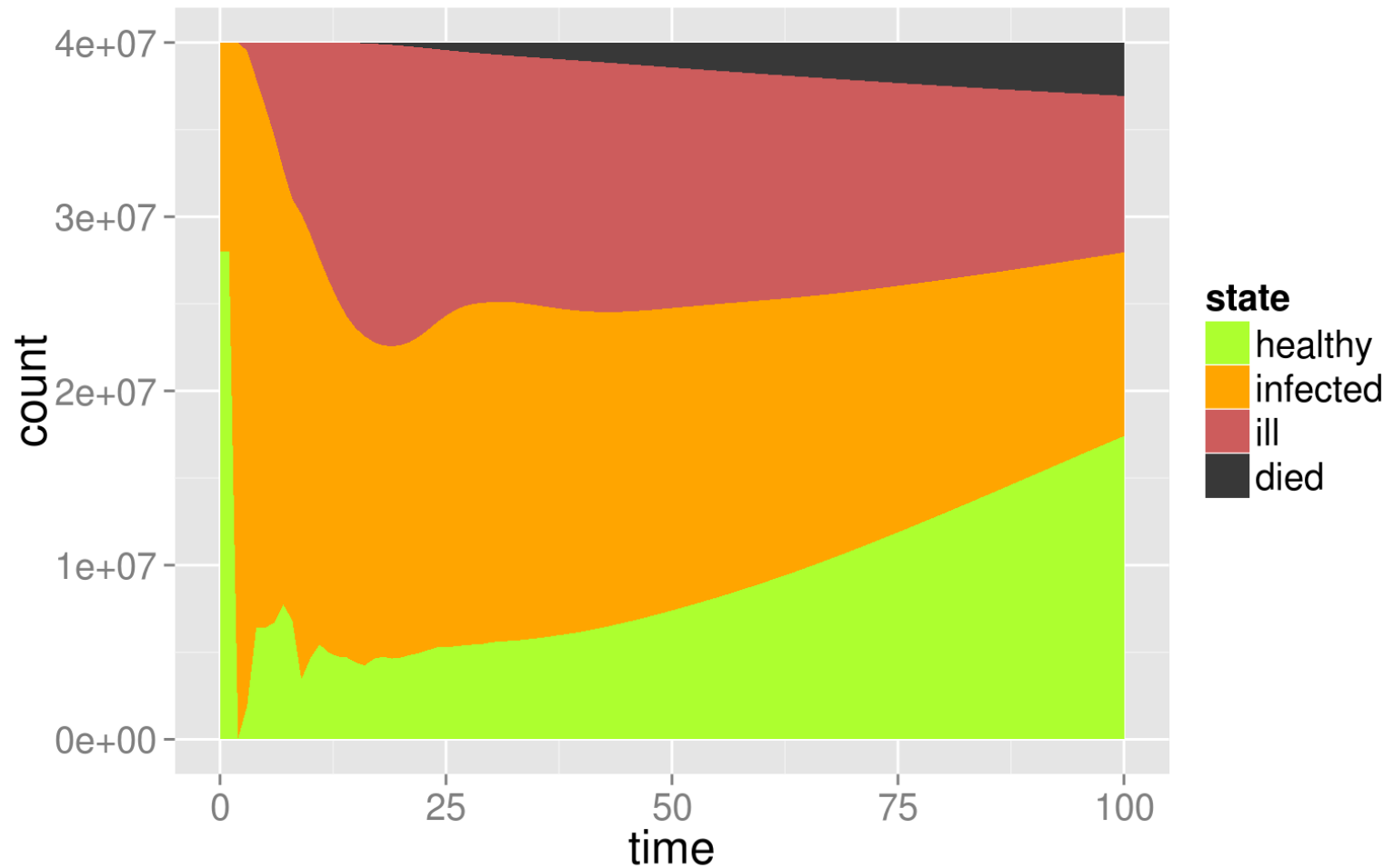


Ansatz: Teile die Welt in Felder mit Seitenlänge entsprechend dem doppelten maximalen Infektionsradius auf und speichere die beiden Wirtstypen in unterschiedlichen Listen

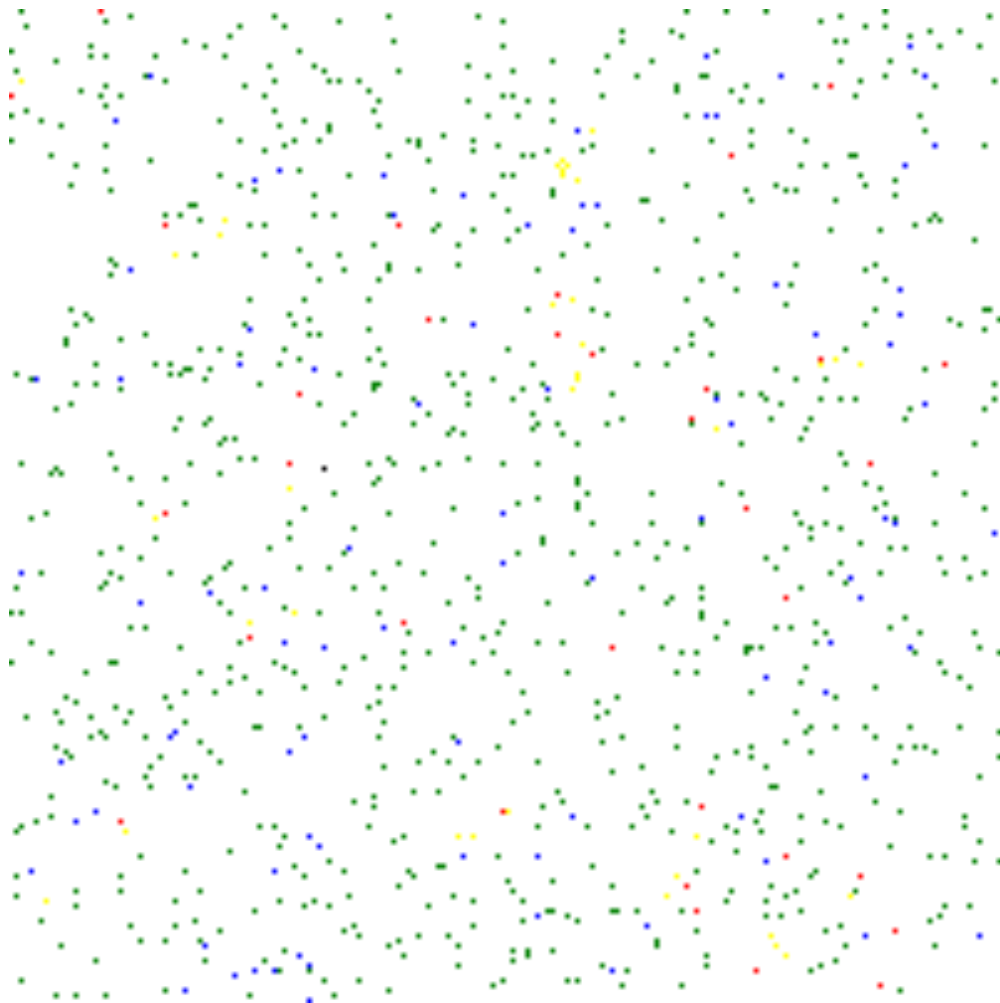
# Simulationsschritt

1. Bewegung aller lebenden Wirte um einen Schritt in eine zufällige Richtung unter Berücksichtigung von Kollisionen.
2. Zustandsbearbeitung
  - Zustandsbearbeitung infizierte/kranke Wirte:  
Fortschritt der Erkrankung
  - Zustandsbearbeitung gesunder Wirte:  
Infektion bei jedem infizierten Nachbarn  
(zufällige Reihenfolge der Nachbarfelder  
& jeweils zufällige Reihenfolge der Wirte)

# Beispielerausgabe



# Visualisierung



# Profiling - Seriell

2\*10<sup>6</sup> Wirte, 30% infiziert (Influenza), Welt 2240x2240, 100 Schritte, 1 CPU

*excl. time	incl. time	calls	name
0.275s	3714.989s	1	main
83.397s	3696.286s	1	world_simulate
92.766s	1815.282s	206306163	host_move
749.474s	1622.773s	329216571	<b>world_host_position_collides</b>
62.287s	1712.964s	45874130	host_get_infection
870.169s	1590.330s	126822893	<b>host_infection_process_for_field</b>
974.675s	974.675s	14641878108	list_element_next
246.112s	246.112s	3864656587	list_element_get_value
205.159s	205.159s	3056162979	sq_euclidean



# Parallelisierung

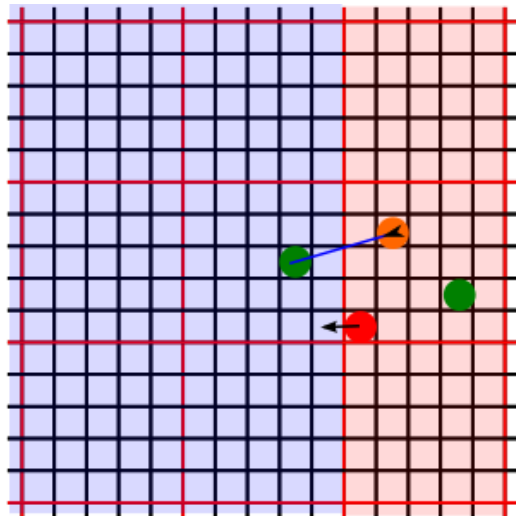
- Bearbeitung der Aktionen auf der Gesamtoberfläche wird aufgeteilt
- entsprechend wird die Erzeugung der "Welt" zu Beginn aufgeteilt

[virtuelle Gebietszerlegung Beispiel mit 9 Prozessen]

0	1	2
3	4	5
6	7	8

# Parallelisierung

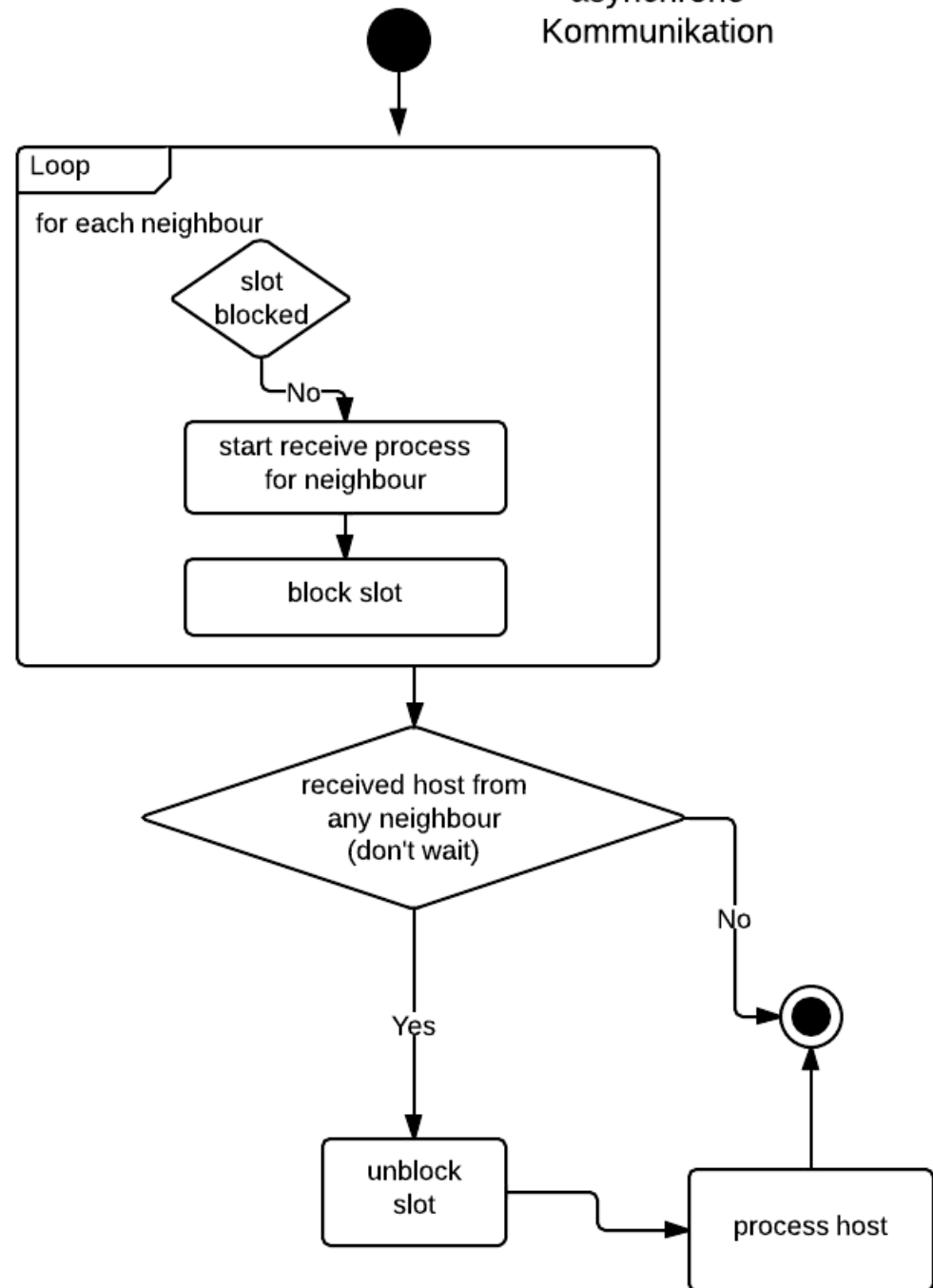
- Kommunikation ist in zwei Fällen nötig:
  - 1. Bewegung: ein Wirt muss auf eine Position verschoben werden, für die nicht der Prozess zuständig ist, in welchem er sich befindet
  - 2. Zustandsverarbeitung: es müssen für einen gesunden Wirt Felder betrachtet werden, die in anderen Prozessen liegen



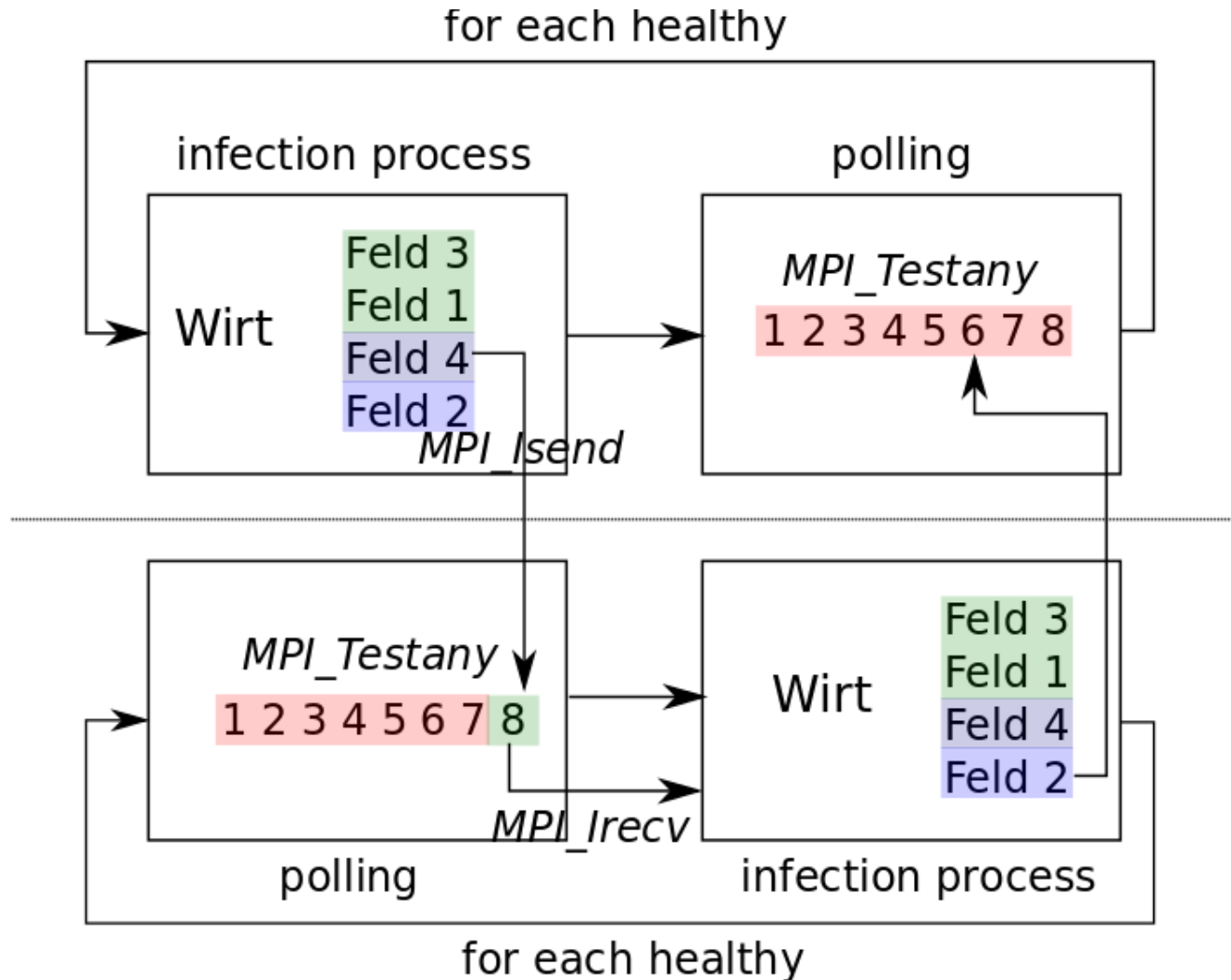
- begonnen wird in beiden Phasen mit den äußeren Feldern eines Prozesses, um die Kommunikation so früh wie möglich abzuschließen

# Polling

asynchrone  
Kommunikation

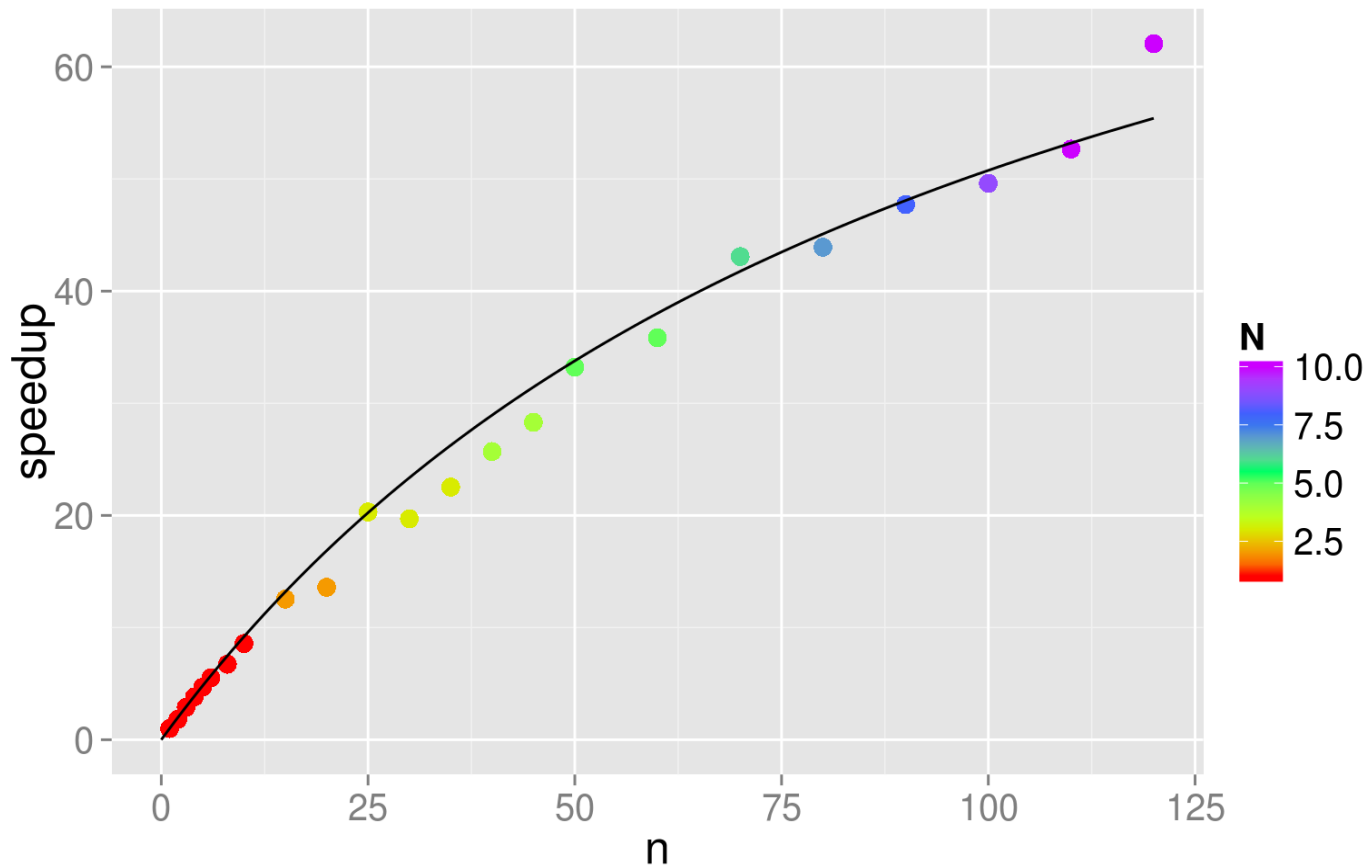


# Process-Phase



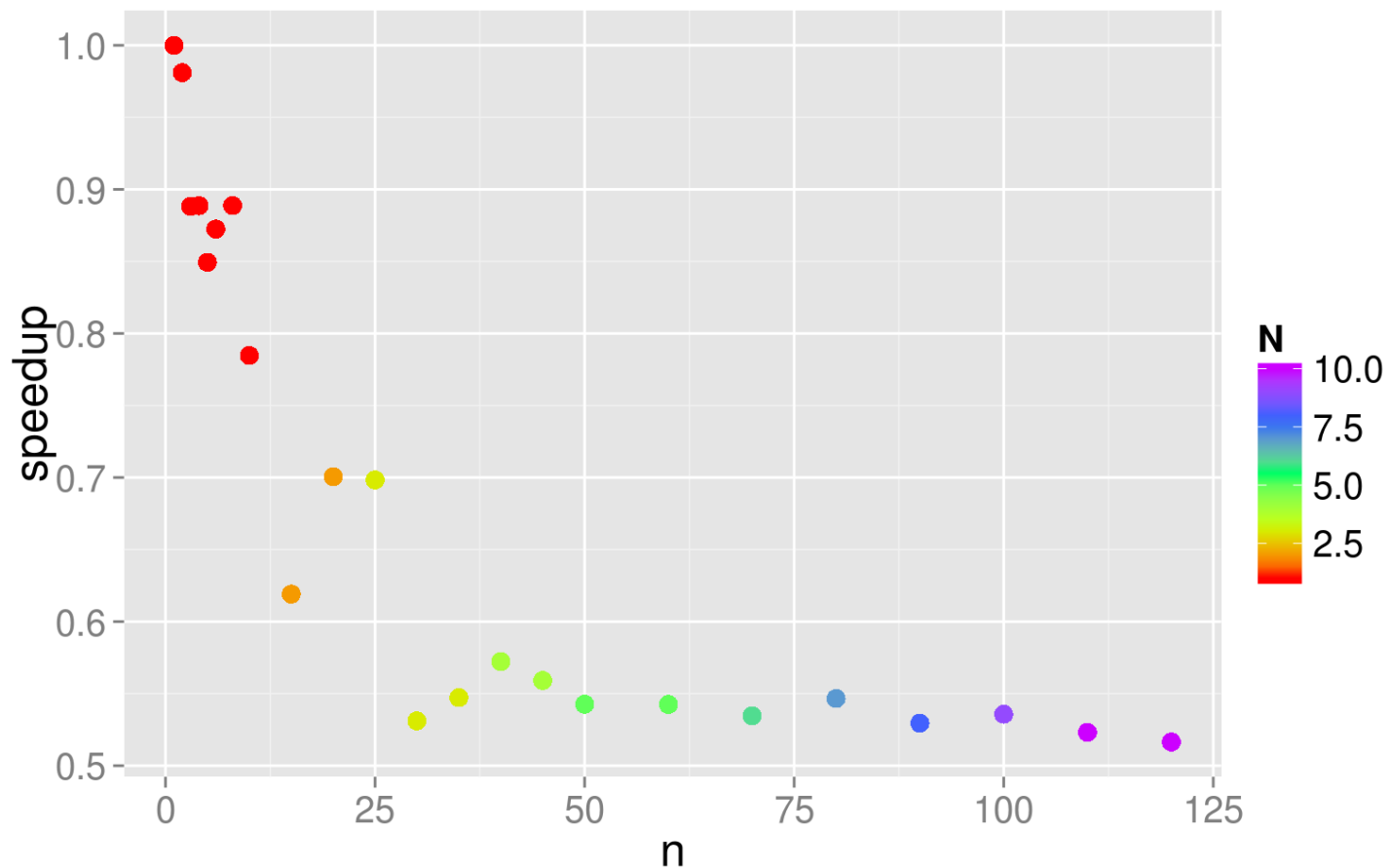
# Strong Scaling

$4 \cdot 10^7$  Wirte, 30% infiziert (Influenza), Welt 10000x10000, 100 Schritte



# Weak Scaling

$2 \cdot 10^6$  Wirte je Prozess, Dichte 0.4 Wirte/Feld, 30% infiziert (Influenza), 100 Schritte



# Vampirtrace I



# Vampirtrace - Profiling I

8\*10<sup>7</sup> Wirte, 30% infiziert (Influenza), Welt 14140x14140, 100 Schritte,  
40 CPU

*excl. time	incl. time	name
0.315s	7049.633s	main
0.626s	<b>7023.799s</b>	world_simulate
2812.619s	<b>2812.619s</b>	MPI_Allreduce
0.919s	<b>2222.823s</b>	world_move_both_types_in_field
12.785s	552.348s	world_move_healthy_in_field
44.976s	1669.556s	world_move_infected_in_field
127.571s	1995.912s	host_move
768.119s	1683.817s	<b>world_host_position_collides</b>
0.929s	1980.854s	world_process_both_types_in_field
18.102s	<b>1805.114s</b>	world_process_healthy_in_field
46.598s	1745.561s	host_prepare_infection_process
41.494s	1664.284s	host_for_infection_process
871.535s	1573.085s	<b>host_infection_process_for_field</b>



# Vampirtrace - Profiling II

8\*10<sup>7</sup> Wirte, 30% infiziert (Influenza), Welt 14140x14140, 100 Schritte,  
40 CPU

*excl. time	incl. time	name
0.280s	4232.198s	main
0.603s	<b>4221.979s</b>	world_simulate
1630.994s	<b>1630.994s</b>	MPI_Allreduce
0.938s	<b>2029.418s</b>	world_process_both_types_in_field
19.233s	1853.977s	world_process_healthy_in_field
47.057s	1790.855s	host_prepare_infection_process
42.013s	1711.701s	host_for_infection_process
898.666s	1617.054s	<b>host_infection_process_for_field</b>
0.886s	<b>557.648s</b>	world_move_both_types_in_field
59.335s	421.127s	world_move_infected_in_field
114.922s	319.004s	host_move

# Ausblick

- Impfung bzw. Immunität zu Beginn
  - Therapie
  - Quarantäne
  - komplexeres Immunitätsmodell
  - Heatmap
  - Bewegung mit definierten Strecken der Länge  $> 1$
  - aktives Eingreifen ermöglichen, Entscheidungen treffen
  - Hindernisse
- 
- komplexere Welt (Grenzen, Ballungszentren etc.)  
=> neue Herausforderungen fuer Parallelisierung

**Vielen Dank fuer die  
Aufmerksamkeit!**