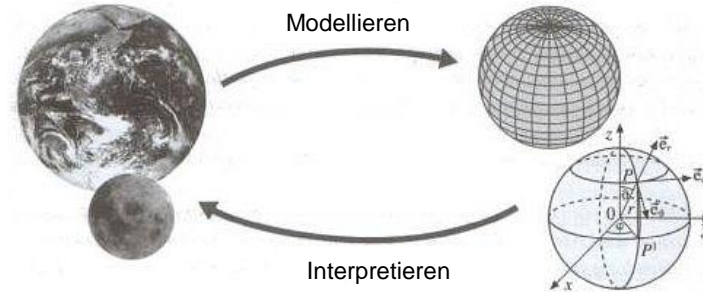


Was ist Modellierung?


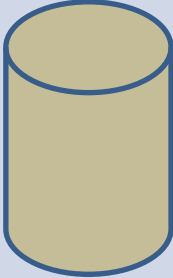
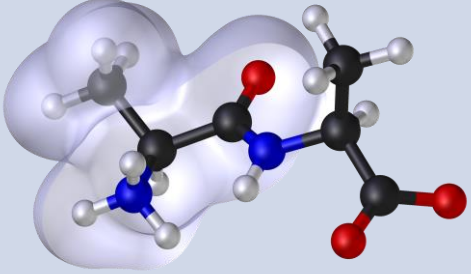
„Modellierung ist eine Vereinfachung der Realität“



Anforderungen an das Modell: So viel wie *nötig*, so wenig wie *möglich*

- Es muss verstehbar bleiben, sonst brauchen wir kein Modell
- Es muss alle wichtigen Prozesse beinhalten

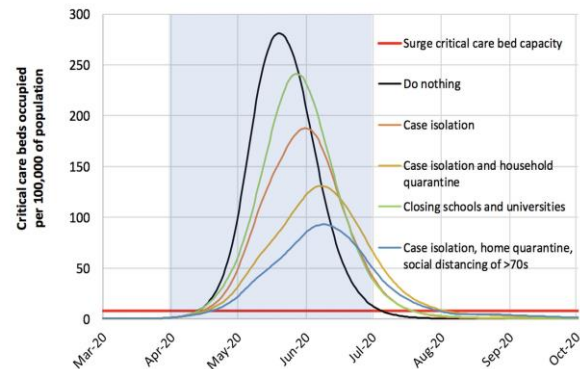
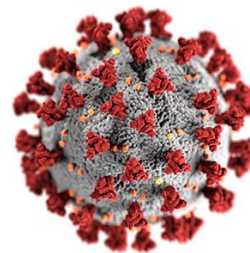
Beispiele verschiedener Modelle

Stadtplan	Volumen eines Zylinders	Molekulares Modell
	 $V = \pi h r^2$	 *
Konzeptionelles Modell	Mathematisches Modell	Physikalisches Modell

* https://de.wikipedia.org/wiki/Molekulare_Modellierung

Beispiele verschiedener Modelle: Infektionsgeschehen Covid-19

- Vorhersage von Neuinfektionen
 - Mit Maßnahmen (Lockdown, Schulschließungen)
 - Ohne Maßnahmen
- Fragestellungen für die Modellierung (Epidemiologie)
 - Welche Maßnahmen schützen genug, aber setzen das öffentliche Leben nicht völlig lahm?
 - Wie muss getestet werden, um verantwortungsvoll zu Öffnen?
 - Wie viel % der Bevölkerung muss geimpft sein, bis wieder geöffnet werden kann?



Was ist mit möglich mit Modellierung?

Ziele

- Verstehen der Mechanismen der Realität (des Systems)
- Einfluss der Teilnehmer auf die Realität
- Entwicklung der Realität vorhersagen

Probleme

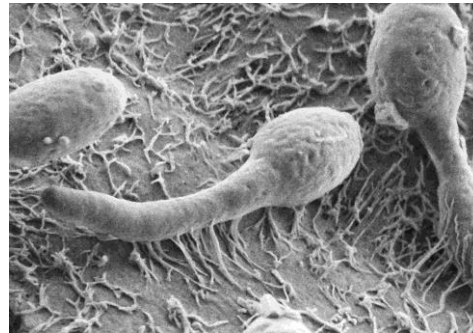
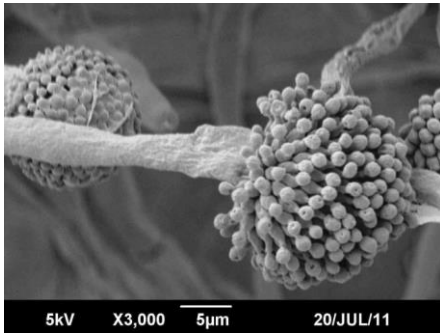
- Zu hohe Komplexität (zu viele Teilnehmer / Parameter)
- Geringes Wissen über die Wirklichkeit

→ Ein Modell ist immer nur eine Annäherung an die Wirklichkeit!
„Alle Modelle sind falsch, aber nützlich“



Aus der Biologie: Pilzinfektionen

- Infektion mit *A. fumigatus*
 - Pilzsporen werden eingeatmet
 - Infektion der Lunge
 - Kann sich schnell ausbreiten
 - Bildet Hyphen und zerstört Gewebe
- Unter dem Mikroskop:



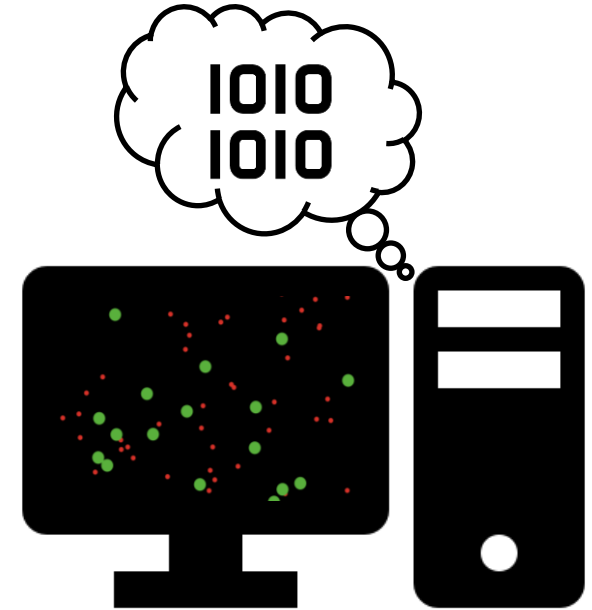
Modellierung in der Biologie

Wie können wir biologische Fragestellungen mit Hilfe von Modellierung beantworten?

→ **Idee:** Eine virtuelle Infektion im Computer darstellen

Vorteile von Computereperimenten

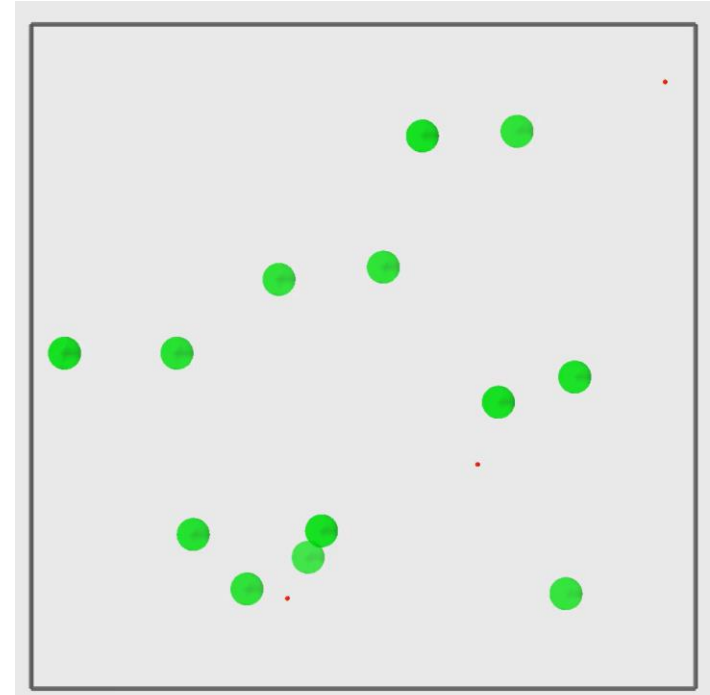
- Keine Laborarbeit notwendig → Schnell!
- Weniger Tierexperimente
- Hunderte von Experimenten gleichzeitig
- ...



Ab hier:
Grün große Zellen = Immunzellen
Rot und kleine Zellen = Pilzkonidien

2D Hyphenwachstum *A. fumigatus*

- Zusammensetzung des Modells
 - Umgebung
 - Zellen (Immunzellen, Pilzkonidie)
 - Parameter einzelner Zellen („Stellschrauben“)
 - Werden von der **Bildanalyse** extrahiert
 - Menge an Regeln (Interaktionen)
- Was können wir vorhersagen?
 - Was passiert bei veränderten Parametern:
 - Größere Zellen
 - Höhere Geschwindigkeiten
 - ...



Modellierung des Immunsystems: Medikamentenentwicklung

Zwei Ziele:

1. **Wie funktioniert die Infektion?**

- Was passiert bei einer Infektion?
- Warum bekommt unser Immunsystem Probleme?

2. **Welche Prozesse sollten wir mit Medikamenten abändern?**

- Schneller/langsamer?
- Blockieren?

→ **Wie können wir dem Körper helfen?**

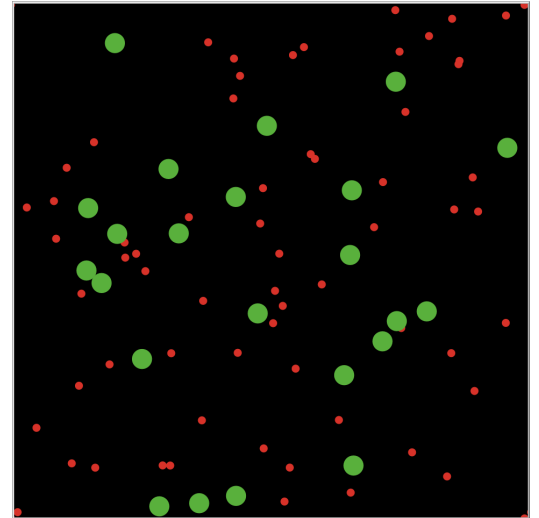


Modellierung: Eine virtuelle Infektion

Problemstellung: Entwicklung eines Medikaments, um das Immunsystem zu unterstützen

System:

- Immunzelle (grün) – Parameter:
 - Vermehrungsrate
 - Geschwindigkeit
- Pilzsporen (rot) – Parameter:
 - Vermehrungsrate
- Interaktionsparameter:
 - Resistenz der Immunzellen gegen die Pilzsporen



Modellierung: Eine virtuelle Infektion

Problemstellung: Entwicklung eines Medikaments, um das Immunsystem zu unterstützen

Medikament A:

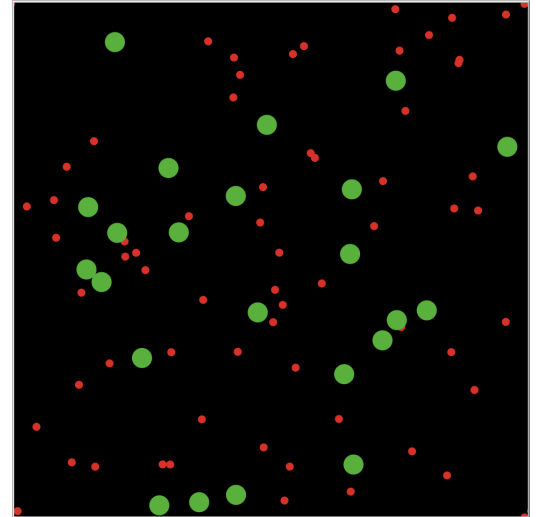
- + Verbessert die Resistenz der Immunzellen gegen Pilzsporen
- Verlangsamt die Immunzellen

Medikament B:

- + Erhöht die Vermehrungsrate der Immunzellen
- Erhöht die Vermehrungsrate der Pilzsporen

Medikament C:

- + Verringert die Vermehrungsrate der Pilzsporen
- Pilz wird aggressiver (Verringerte Resistenz der Immunzellen)



Modellierung: Eine virtuelle Infektion

Problemstellung: Entwicklung eines Medikaments, um das Immunsystem zu unterstützen

Medikament A:

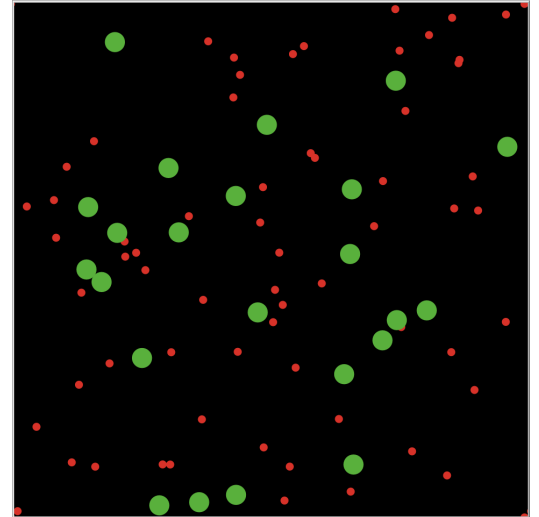
- + Verbessert die Resistenz der Immunzellen gegen Pilzsporen
- Verlangsamt die Makrophagen

Medikament B:

- + Erhöht die Vermehrungsrate der Immunzellen
- Erhöht die Vermehrungsrate der Pilzsporen

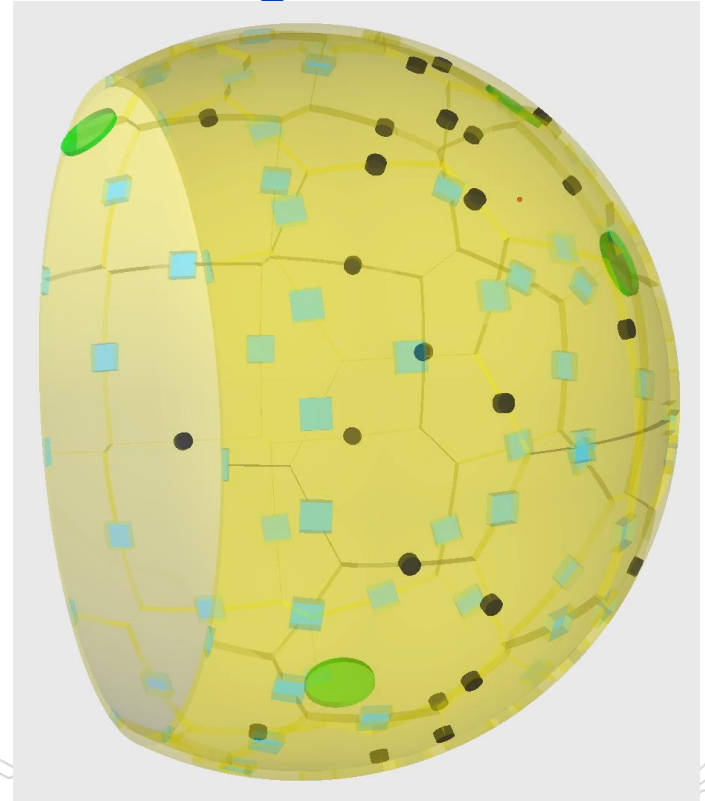
Medikament C:

- + Verringert die Vermehrungsrate der Pilzsporen
- Pilz wird aggressiver (Verringerte Resistenz der Immunzellen)



3D Hyphenwachstum *A. fumigatus* in einem Lungenbläschen

- Modellierung einer Infektion in der Lunge
- Lunge besteht aus Lungenbläschen
- Modell
 - Einzelnes Lungenbläschen (Alveole)
 - Immunzellen (grün)
 - Pilzsporen (rot)

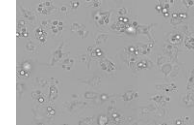


Zusammenfassung

Experiment

Lichtmikroskopie

- Wie im Biologie-Unterricht
- Zellen blockieren Licht, wir sehen den Schatten
- Aufnahme einzelner Zellen und was passiert



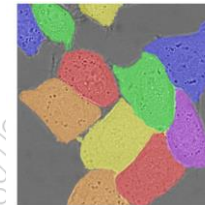
Klassische Bildanalyse

- Erhalten Bilder aus dem Labor
- Geben dem Computer „feste Regeln“, um Details sichtbar zu machen
- Erstellen Analysen aus Bildern

Bildanalyse

Neuronale Netzwerke

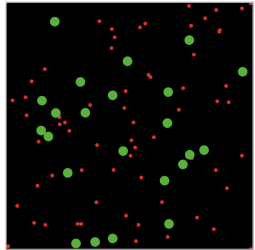
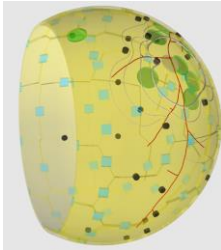
- Erhalten Bilder aus dem Labor
- Der Computer lernt eigenständig „Regeln“, um Bilder auszuwerten
- Viele Bilder sind notwendig
- Erstellen Analysen aus Bildern



Modellierung

Modellierung

- Erhalten Daten der Bildanalyse
- Erstellen Modelle, um die Realität anzunähern
- Treffen Vorhersagen
- Liefern neue Aussagen für Experimente



Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!



Ruman

Ruman.Gerst@hki-jena.de



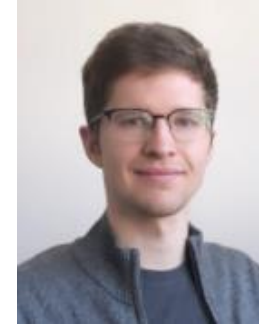
Stefan

Stefan.Hoffmann@hki-jena.de



Jan-Philipp

Jan-philipp.praetorius@hki-jena.de



Christoph

Christoph.Saffer@hki-jena.de

Falls Ihr Fragen habt, sendet uns gerne eine E-Mail!

<https://www.leibniz-hki.de/de/angewandte-systembiologie.html>

