

The Sugarscape

(Epstein / Axtell)

Projekt im Rahmen der Vorlesung
“Regelbasierte Modelle” an der
Universität Osnabrück.

Dozentin:

Prof. Dr. Claudia Pahl-Wostl

Erstellt von:

Waldemar Smirnow

Denis Meyer

Stefan Hermes

Erläuterungen (1)

- Sugarscape ist ein Agenten-basiertes ComputermodeLL, das die Entwicklung einer künstlichen Gesellschaft, (Artificial Society) unter beliebig komplexen Annahmen der Interaktion ihrer Individuen untereinander bzw. mit ihrer Umwelt abbildet.
- Das Ziel dieses Modells ist die Ermittlung von Einflüssen bestimmter Eigenschaften der Agenten auf das Gesamtsystem. Auf diese Weise sollen mögliche Störfaktoren, die soziale oder ökonomische Experimente bzw. Erhebungen in der realen Welt unter Umständen beeinflussen, eliminiert werden.

Erläuterungen (2)

- Die Basis des Modells ist durch einen nachwachsenden Rohstoff (Zucker) gegeben, der von den Agenten abgebaut wird.
- Auf diese Weise kann schon auf Grund sehr simpler Annahmen und Regeln (wie etwa dem Metabolismus der Agenten und der Wachstumsrate des Rohstoffes) ein komplexes Verhalten des Systems beobachtet und gewisse Rückschlüsse auf das Systemverhalten, d.h. die Entwicklung einer Gesellschaft, der einfache Regeln zu Grunde gelegt wurden, getroffen werden.

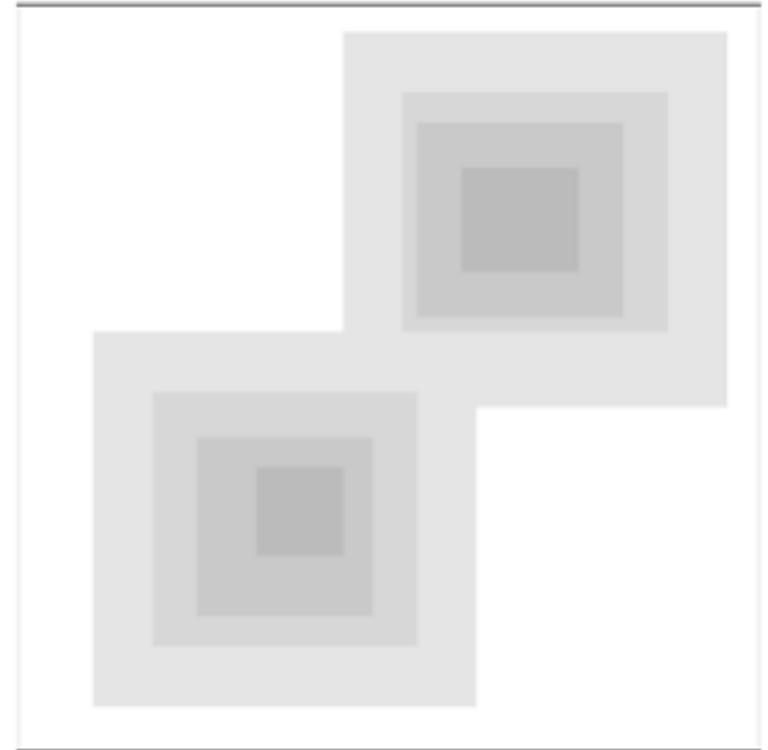
Aufgabenstellung

- Simulation mit Hilfe der Klassenbibliothek “Famoja” (“Framework for Agent-based MOdeling with Java”)
- Folgende Fragen sind zu beantworten:
 - I. Tauchen die Oszillationen bei Veränderung der Parameter der sexuellen Reproduktion noch auf, wenn
 1. das Anfangsalter gleich verteilt zu Beginn ist?
 2. Agenten aktiv nach einem Partner suchen, sobald sie fruchtbar sind (anstatt sich nur bei zufälligen Begegnungen zu reproduzieren)?
 - III. Epstein und Axtell haben festgestellt, dass durch Vererbung die Ungleichheit wächst. Welchen Effekt (messbar z.B. Über Gini-Koeffizient) hat es auf die Ungleichheit, wenn die Eigenschaften des Nachwuchses (z.B. Metabolismus, Vision) vom „Vermögen“ der Eltern abhängen (also nicht von der Genetik, sondern z.B. vom Zugang zu Bildung)?

Implementation - Umwelt

- 50 x 50 großes Raster mit torischen Randbedingungen
- Liefert Ressource und sorgt dafür, dass diese mit einer bestimmten Wachstumsrate nachwächst
- Ressource ist auf den Raumparzellen des Rasters verteilt

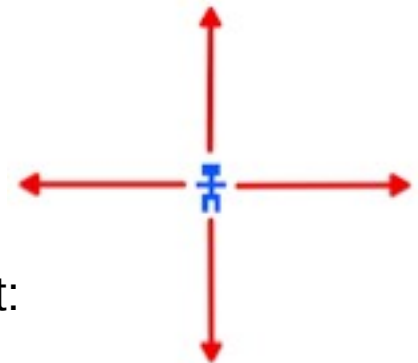
Beispiel-Raster,
angereichert mit 2 Zuckerbergen:



Implementation – Agenten (1)

- Bewegen sich auf der Umwelt und sammeln Zucker
- Besitzen einen Metabolismus, d.h., sie verbrauchen Zucker zur Erhaltung der eigenen Lebensaktivitäten (Zeitschritte/1 Zuckereinheit)
- Haben eine begrenzte Lebenserwartung (zunächst 60-100 Zeitschritte)
- Das Blickfeld (= maximaler Abstand zu einem Gitterplatz, aus dem noch Informationen empfangen werden können) ist begrenzt und wird durch eine (ggf. ausgeweitete) Von-Neumann-Nachbarschaft (s.u.) realisiert.
- Der Wohlstand eines Agenten wird durch den Besitz (Zucker) dargestellt.
- Es gibt Agenten unterschiedlicher Geschlechter, die sich entsprechend fortpflanzen
- Die Fähigkeit, sich fortpflanzen zu können, ist auf ein bestimmtes Alter eingeschränkt und wird abhängig unter anderem vom Geschlecht und Reichtum des Agenten zufällig ermittelt.

(Ausgeweitete) Von-Neumann-Nachbarschaft:



Implementation – Agenten (2)

- **Bewegungsregeln und -ablauf**

- Ohne aktive Suche nach einem Partner

- Suche innerhalb des Blickfeldes die freien Gitterplätze mit dem meisten Zucker
 - Wähle bei gleicher Zuckermengen auf verschiedenen Plätzen den, der am nächsten ist
 - Gehe zu diesem Gitterplatz

- Mit aktiver Suche nach Partner

- Schaue alle Nachbarn an
 - Wenn einer der Nachbarn
 - fruchtbar ist
 - vom anderen Geschlecht ist
 - genügend Zucker hat
 - und man selber
 - fruchtbar ist
 - genügend Zucker hat
 - der Zucker bis zu einem bestimmten Betrag abgebaut ist
 - dann
 - suche eine freie Parzelle nahe des potentiellen Partners
 - bewege dich dorthin
 - ansonsten
 - gehe vorbei „Ohne aktive Suche nach einem Partner“

Implementation – Agenten (3)

• Ablauf der sexuellen Reproduktion

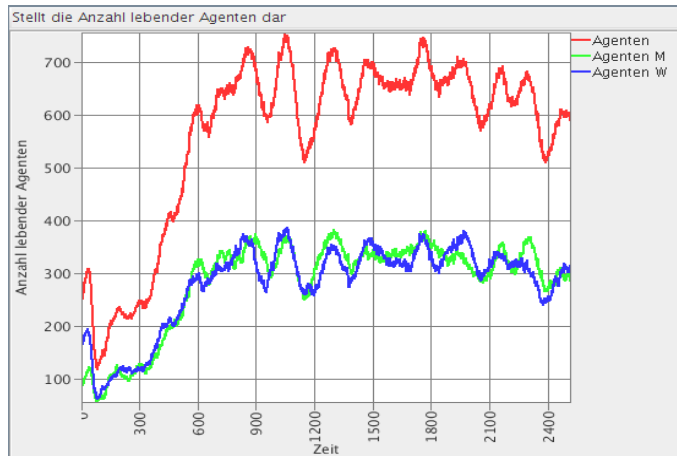
- Wähle per Zufall einen benachbarten Agenten
- Wenn dieser Nachbar
 - fruchtbar ist,
 - mindestens so viel Zucker besitzt, wie er bei der Geburt bekommen hat,
 - vom anderen Geschlecht ist und
 - mindestens eine freie Parzelle in der Nähe ist,
- dann
 - erstelle ein Kind,
 - setze dessen initiale Zuckermenge, bestehend aus jeweils der Hälfte der Zuckermenge der Eltern.
 - Wenn im Modus „Reiche bevorzugen“ und
 - die Eltern sind reich,
 - setze Metabolismus + Blickfeld herauf
 - die Eltern sind arm,
 - setze Metabolismus + Blickfeld herab



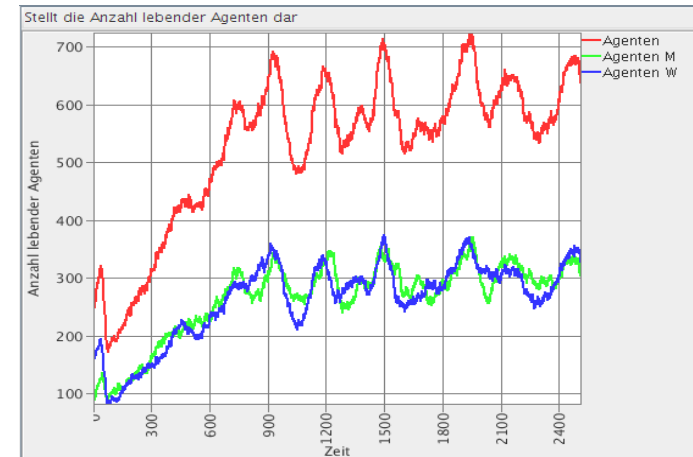
Implementation – Agenten (4)

- **Vererbungsregel**
 - Wenn der Agent stirbt, wird das Vermögen gleichmäßig unter den Nachkommen aufgeteilt

Aufgabe 1.1: Anfangsalter



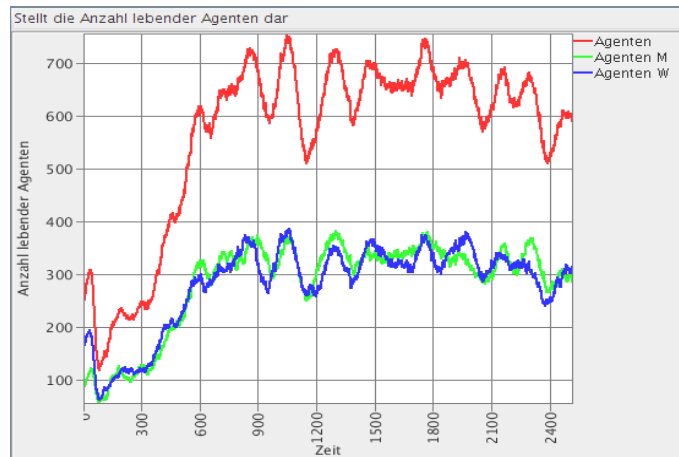
Populationsentwicklung bei
gleichem Alter der Agenten
beim Start.



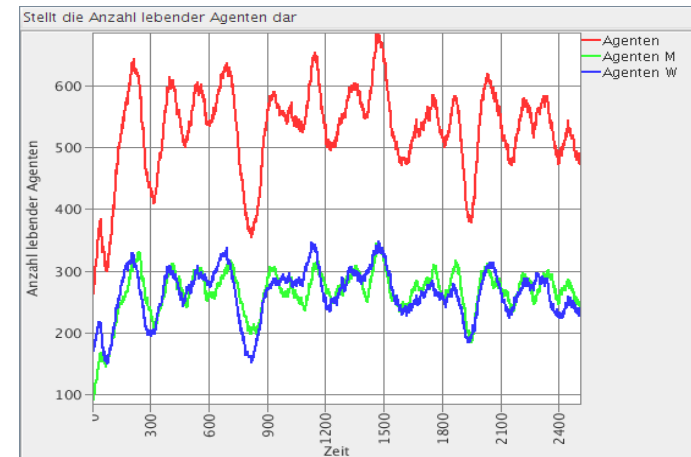
Populationsentwicklung bei
unterschiedlichem Alter der
Agenten beim Start.

Bei mehreren Simulationen hat sich ergeben, dass sich die Population, wenn das Anfangsalter unterschiedlich ist, langsamer einem bestimmten Wertebereich annähert, sich dann jedoch nahezu identisch entwickeln.

Aufgabe 1.2: Aktive suche nach Partnern 1



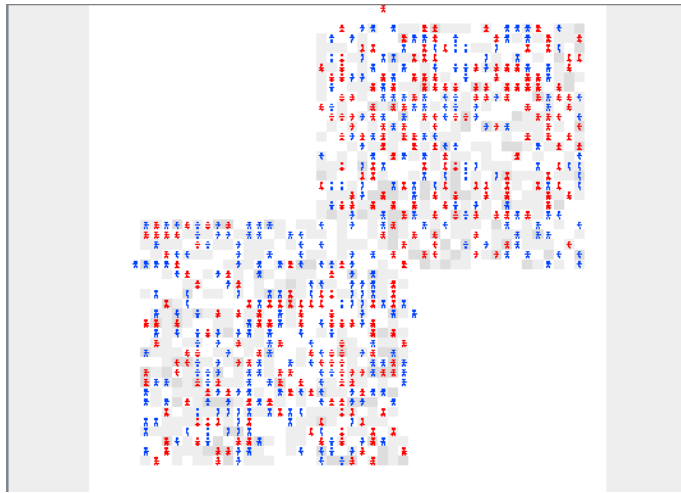
Populationsentwicklung ohne
Suche



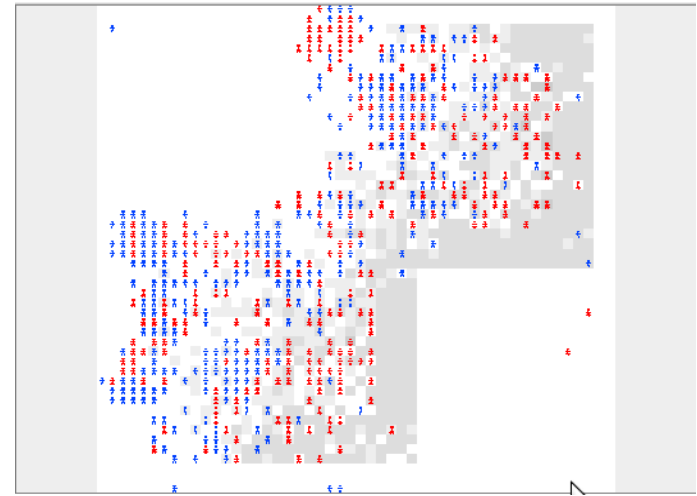
Populationsentwicklung mit
Suche

Hier ist zu sehen, dass die durchschnittliche Populationsdichte bei aktiver Suche schrumpft und auch die Schwankungen deutlich größer sind.

Aufgabe 1.2: Aktive suche nach Partnern 2



Verteilung der Agenten ohne Suche



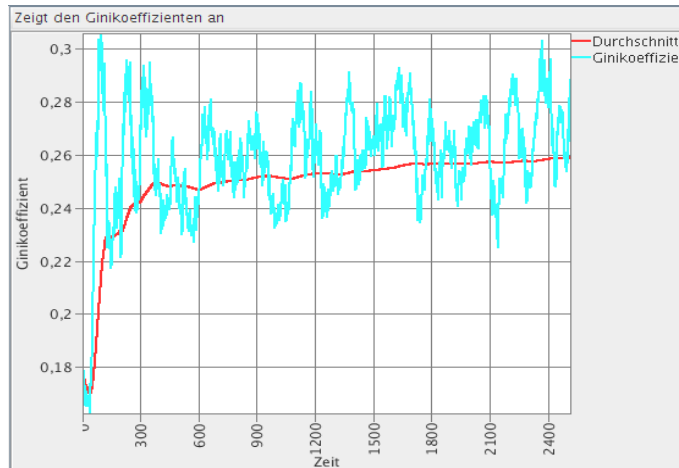
Verteilung der Agenten mit Suche

Durch die Suche nach Partner verteilen sich die Agenten nicht mehr so gleichmäßig in der Umwelt. Dadurch werden Ressourcen nicht genutzt und in den Zentren der Agentenansammlungen herrscht Ressourcenknappheit.

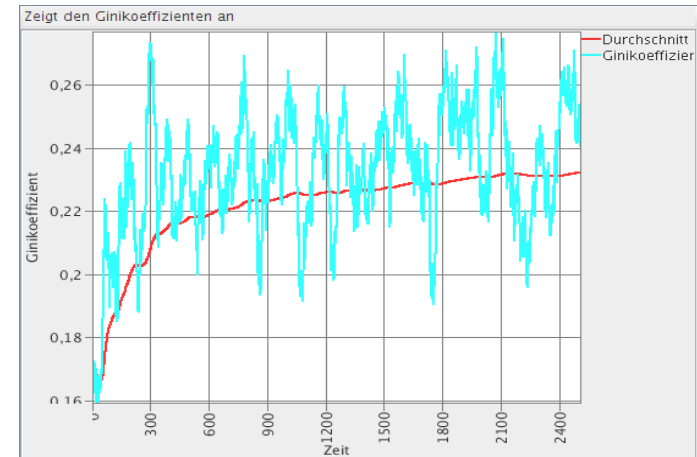
Aufgabe 2: Vererbung

In diesem Beispiel wird untersucht wie sich Vererbung auf das System auswirkt. Dazu wird zunächst jeder Agent mit den Fähigkeiten ausgestattet die er zum überleben benötigt. Allerdings besteht die Möglichkeit, dass die Nachkommen derer, die im Verhältnis zu den übrigen Agenten wohlhabender sind, gewisse Vorzüge aus dem Wohlstand der Eltern ziehen. Konkret bezieht sich dies in dem Modell auf das Sichtfeld und den Metabolismus.

Vererbung 1: Gini-Koeffizient



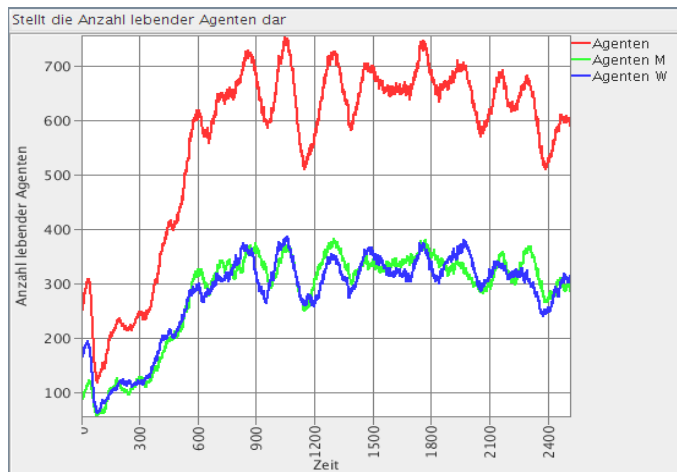
ohne Vererbung



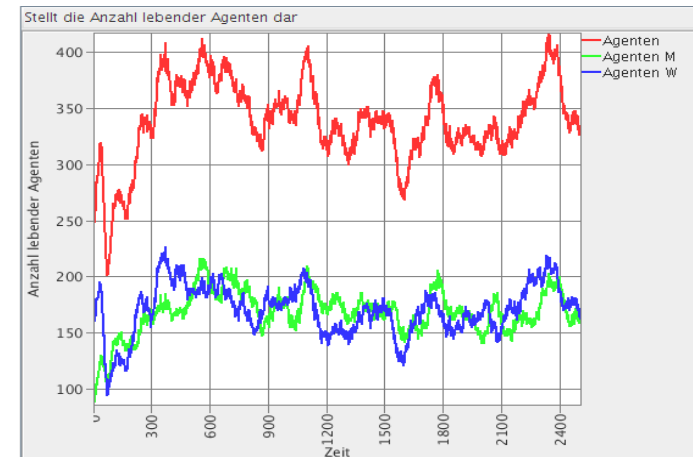
mit Vererbung

Es zeigt sich, dass die Ungleichverteilung größer ist, wenn keine Vererbung stattfindet. Es war jedoch zu beobachten, dass sich die Kurve gleichmäßiger dem Durchschnitt nähert, wenn sich die Agenten in ihren Fähigkeiten unterscheiden.

Vererbung 2: Population



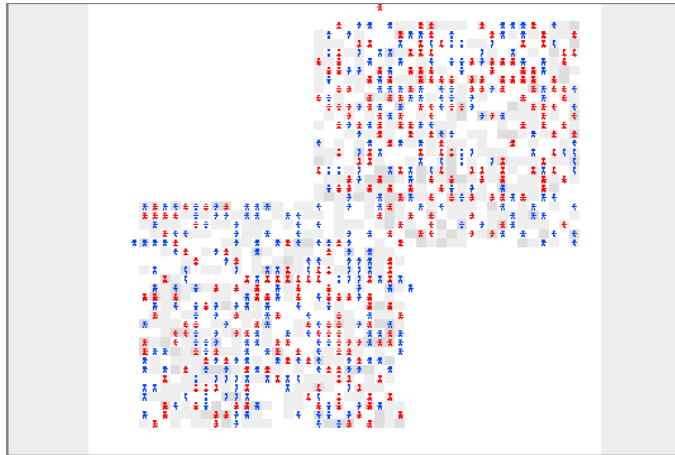
ohne Vererbung



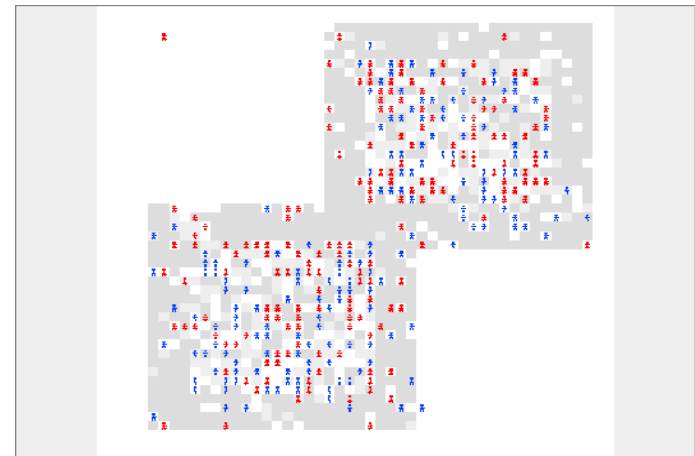
mit Vererbung

Allerdings ist die Populationsdichte im Schnitt deutlich höher wenn keine Vererbung stattfindet.

Vererbung 3: Verteilung der Agenten im Grid



ohne Vererbung



mit Vererbung

Es zeigt sich, dass sich die Agenten um die Zentren mit der höchsten Zuckerkonzentration sammeln.

These: Die Ungleichverteilung des Zuckers unter den Agenten wird von der evolutionären Komponente abgeschwächt. Nur diejenigen mit guten Eigenschaften überleben und um dies zu gewährleisten spielen die Umweltbedingungen eine größere Rolle. Durch die geringe Population ist es für den Einzelnen leichter den Zuckervorrat konstant hoch zu halten.

Beispiel: Lebenserwartung

In diesem Beispiel wird untersucht wie sich die natürliche Lebenserwartung der Agenten relativ zur sexuell aktiven Phase auf das System auswirkt.

Beispiel: Lebenserwartung 1

Bei diesem Beispiel wurden zunächst Parameterwerte gewählt die (soweit die Zufallskomponente dies zulässt) ein stabiles Systemverhalten zur Folge haben.

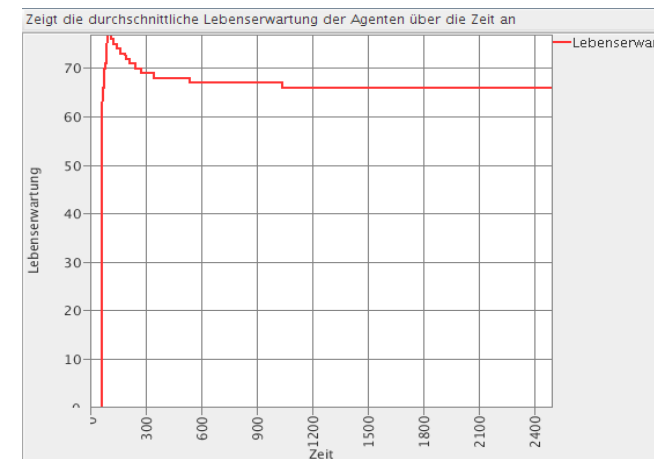
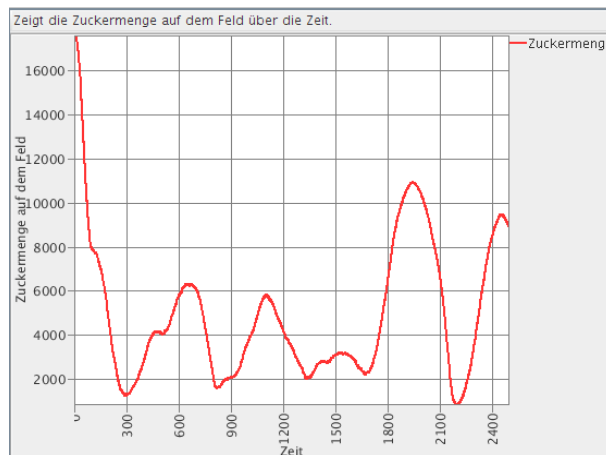
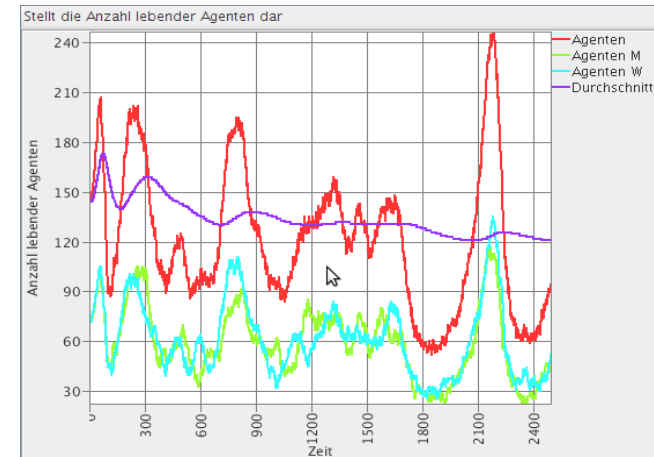


Diagramme: Population, Zuckermenge auf dem Feld, durchschnittliche Lebenserwartung

Beispiel: Lebenserwartung 2

Wird die Lebenserwartung weiter erhöht (hier um weitere 1,5%) stirbt die Population innerhalb kürzester Zeit aus.

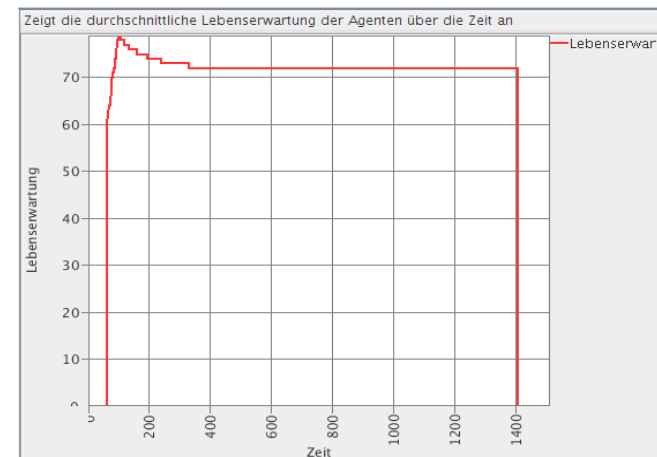
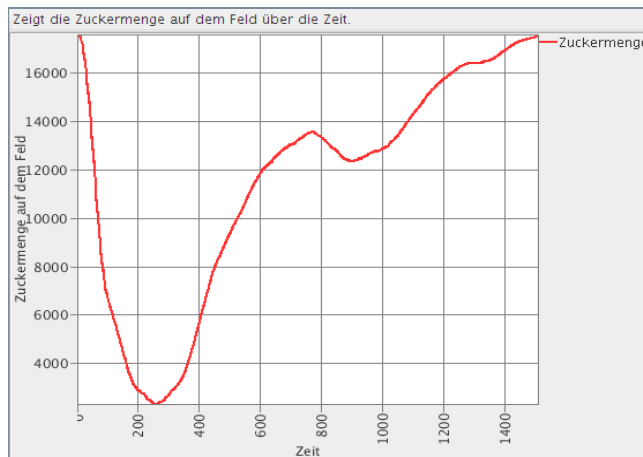
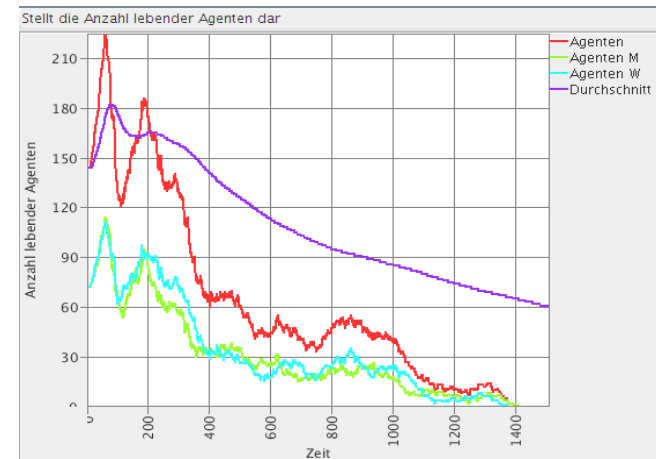


Diagramme: Population, Zuckermenge auf dem Feld, durchschnittliche Lebenserwartung