

# Exposé SIA-Arbeit

## ENTROPIE EINES WIRTSCHAFTSSYSTEMS

Daniel Meiborg

November 8, 2022

*You should call it entropy [...] no one really knows what entropy really is, so in a debate you will always have the advantage.*

John von Neumann zu Claude Shannon, *Scientific American* Vol. 225 No. 3, (1971)

### Thema

*Lassen sich einfache ökonomische Prozesse durch einem Markov-Prozess mit einer uniformen stationären Wahrscheinlichkeitsverteilung modellieren und aus der durch äußere Einflüsse entstehenden Entropiereduktion Rückschlüsse auf verschiedene Wirtschaftssysteme treffen?*

Grundbaustein dieser Herangehensweise ist der zweite Hauptsatz der Thermodynamik. Dieser gilt unter anderem für Markov-Prozesse (auch *Markov Chains* genannt) unter bestimmten Voraussetzungen [1]. Durch manuelles Eingreifen lässt sich die Entropie des Systems allerdings reduzieren. Diese Entropiereduktion ist äquivalent zu der Menge an Information, die man durch das Eingreifen erhält. Wenn man dieses System in mehrere Subumgebungen unterteilt, kann man dadurch mehrere Volkswirtschaftstypen und ihre Eigenschaften vergleichen. Da es möglich ist, mit solchen Markov-Prozessen Erhaltungssätze zu modellieren, werden Konstanten, die auf Größen wie Energie oder verfügbaren Ressourcen basieren, eine zentrale Rolle bei der Modellierung spielen.

Wichtig zu beachten ist, dass die genaue Übergangsmatrix des Markov-Prozesses nicht direkt festgelegt wird, sondern erst durch die Simulation mit im Modell bestimmten Regeln bestimmt wird.

### Motivation

Ziel dieses Modells ist es, tiefere Erkenntnisse über das Grenzwertverhalten von Wirtschaften zu gewinnen, sowie diese nach Typen basierend auf ihrer Entropie zu klassifizieren. So könnte diese Arbeit zum Beispiel zu dem Ergebnis führen,

dass ein kapitalistisches Wirtschaftssystem unter externen Einflüssen (zum Beispiel durch unvorhersehbare Naturkatastrophen) eine deutlich höhere bzw. niedrigere Entropiereduktion aufweist als eine sozialistische Volkswirtschaft. Dadurch könnte man einen Maßstab entwickeln, der die Empfindlichkeit eines Wirtschaftssystems dementsprechend beurteilt.

## Forschungsstand

Bisher wurden zwar schon Markov-Prozesse für die Modellierung von Wirtschaften verwendet, allerdings wurde dabei nicht auf die Entropie im oben beschriebenen Sinne geachtet [2], [3]. Genauso wurde auch das Entropieverhalten von Markov-Prozessen analysiert, aber nicht auf die Wirtschaft bezogen [4].

## Zeitplan

- **Recherche** *4 Wochen* - Einlesen in das Themengebiet
- **Planung** *3 Wochen* - Konzeptionierung des Modells
- **Programmierung** *6 Wochen* - Programmierung der Simulation bzw. des Analyse-Frameworks für die Markov-Prozess-Analyse
- **Modellierung** *1 Woche* - Genaue Konfiguration/Eingabe der Parameter des Modells
- **Simulation** *1 Woche* - Simulation, Bestimmung der Übergangsmatrix und Untersuchung des Modells i.e. Spectral Analysis, Finden der stabilen Konfiguration mithilfe des Frameworks
- **Manipulation** *3 Wochen* - Eingreifen in die Simulation und Analyse der Entropie
- **Interpretation** *1 Woche* - Zurückführen der Ergebnisse auf die Wirtschaft
- **Schriftliche Arbeit** *6 Wochen* - Ausformulieren der schriftlichen Arbeit

## Methodisches Vorgehen

### Technologien

Für die Programmierung wird geplant die Sprache Python verwendet, sowie branchenübliche Tools wie z.B. Git, Jupyter oder Docker.

### Quellen

Für die Literaturrecherche werden ausschließlich frei verfügbare Quellen i.e. öffentlich zugängliche Publikationen und Dokumentationen verwendet.

## Ressourcen

Durch die Natur der Fragestellung wird zur Datenerhebung Rechenleistung benötigt. Diese steht bereits in einem ausreichendem Maße bereits zur Verfügung. Es entstehen also keine Kosten.

## Mögliche Probleme

- **Modellierung** Wirtschaftssysteme erfüllen die Markov-Eigenschaft nicht i.e. lassen sich nicht so Weise modellieren.
- **Komplexität** Die benötigte Komplexitätsreduktion macht die Resultate unbrauchbar.
- **Speichereskalation** Durch zu viele Parameter wächst der Speicherbedarf unkontrolliert.

## Quellen

- [1] T. M. Cover and J. Halliwell, “Which processes satisfy the second law,” *Cambridge University Press New York, NY*, pp. 98–107, 1994.
- [2] S. Barde, “Macroeconomic simulation comparison with a multivariate extension of the markov information criterion,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 111, 2020.
- [3] O. Kostoska, V. Stojkoski, and L. Kocarev, “On the structure of the world economy: An absorbing markov chain approach,” *Entropy*, vol. 22, no. 4, 2020 [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1099-4300/22/4/482>
- [4] A. Rahman and P. Kemper, “Simulation study to identify the characteristics of markov chain properties,” *Association for Computing Machinery*, vol. 30, no. 2, 2020 [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3361744>