Physik der sozio-ökonomischen Systeme *mit dem Computer*

JOHANN WOLFGANG GOETHE UNIVERSITÄT
19.04.2024

MATTHIAS HANAUSKE

FRANKFURT INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES
JOHANN WOLFGANG GOETHE UNIVERSITÄT
INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
ARBEITSGRUPPE RELATIVISTISCHE ASTROPHYSIK
D-60438 FRANKFURT AM MAIN
GERMANY

In diesem Semester (SS 2024) findet die Vorlesung und die Übungstermine in Präsenz statt.

1. Vorlesung

Plan für die heutige Vorlesung

- Festlegung der Übungsgruppentermine
- Internetseite der Vorlesung
- Login-Accounts für die Rechner des Instituts für Theoretische Physik (ITP) der Goethe Universität
- Kurze Einführung in Python, Jupyter Notebooks und C++
- Überblick der Inhalte der gesamten Vorlesungsreihe
- Einführung in die Spieltheorie
  - Definition eines Spiels
  - Strategienmenge der Spieler
  - Präferenzordnung und Auszahlungsfunktion
  - Nash-Gleichgewichte und dominante Strategien
  - Das Gefangenendilemma und das Hirschjagd Spiel

Allgemeines zur Vorlesung

- Ort und Zeit:
  PC-Pool Raum 01.120 (auch Zoom-Meeting):
  Vorlesungstermine: Freitags von 15.00-17.00 Uhr
  Übungstermin 1: Freitags von 13.30-15.00 Uhr
  Übungstermin 2: Freitags von 17.00-18.30 Uhr

- Vorlesungs-Materialien:
  http://th.physik.uni-frankfurt.de/~hanauske/VPSOC/ bzw.
  http://th.physik.uni-frankfurt.de/~hanauske/ VPSOC / VPSOC2024.html

- Übungsaufgaben auf der Internetseite

- Generelles zur Vorlesung:
  Bei erfolgreicher Teilnahme 5 Creditpoints
  Benoteter Schein mittels einer mündlichen Prüfung (30 Min.)

- Voraussetzungen:
  Programmierkenntnisse von Vorteil

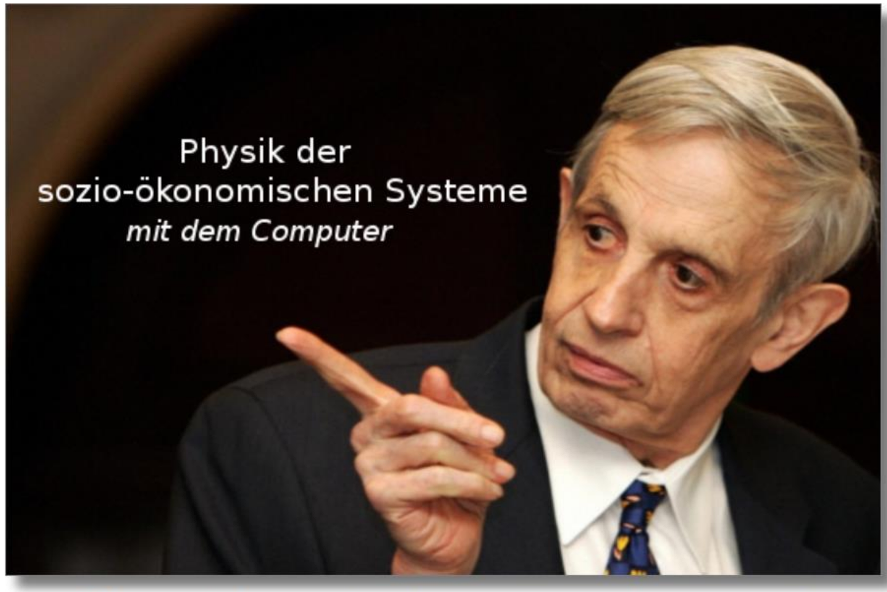
Vorlesung besteht aus drei Teilen

Physik der sozio-ökonomischen Systeme mit dem Computer *von* Dr.phil.nat.Dr.rer.pol. Matthias Hanauske

Nächster Zoom Link am 19.04.2024, 15:00-17:00 Uhr:
ID: 794 847 5614, PWD: 785453

Home | **Teil I** | **Teil II** | **Teil III** | ***E-Learning***

Vorwort



Die Vorlesung *Physik der sozio-ökonomischen Systeme mit dem Computer* wurde im Wintersemester 2015/16 das erste Mal gehalten und viele der auf dieser Hauptseite erreichbaren Internetseiten basieren grundsätzlich auf dem damals erstellten Kurs. In der ersten Vorlesung (PC-Pool 01.120, bzw. Zoom Link siehe rechte obere Ecke) werden die Voraussetzungen besprochen, die man benötigt, um einen benoteten bzw. unbenoteten Schein mit fünf Creditpoints zu erhalten.

Die Inhalte der Vorlesung gliedern sich in die Themenbereiche *Einführung in die Spieltheorie*, *Evolutionäre Spieltheorie*, *Theorie der komplexen Netzwerke*, *Spiele auf komplexen Netzwerken* und *Quanten Spieltheorie*, wobei die besprochenen Konzepte stets mittels des Computers, in diversen Python Jupyter Notebooks, verdeutlicht werden. In der zweiten oberen Spalte dieser Internetseite können Sie die einzelnen Thementeile der ursprünglich erstellten Vorlesung noch einsehen (siehe Teil I, Teil II, Teil III).

Die *Spieltheorie* ist ein mathematisches Konzept der Entscheidungsfindung und sie erlangte Bedeutung durch das im Jahre 1944 publizierte Buch der Autoren J. von Neumann und O. Morgenstern "Theory of Games and Economic Behavior". Gegenstand der Spieltheorie sind Entscheidungssituationen, bei denen das Ergebnis nicht nur vom eigenen Handeln, sondern auch vom Verhalten anderer Personen abhängt und sie stellt somit eine *Theorie sozialer Interaktionen* dar. In seinem, bereits im Jahre 1928 publizierten Artikel (siehe Neumann, J. von. "Zur Theorie der Gesellschaftsspiele." Mathematische Annalen 100 (1928): 295-320) formulierte von Neumann die Bedeutung der Spieltheorie treffend mit den folgenden Worten "... es gibt wohl kaum eine Frage des

Physik der sozio-ökonomischen Systeme mit dem Computer (Physics of Socio-Economic Systems with the Computer) Vorlesung SS 2024, Fr. 15-17.00 Uhr, PC-Pool 01.120

Diese Internetseite fasst die Online-Angebote der Vorlesung *Physik der sozio-ökonomischen Systeme mit dem Computer* zusammen. Die Vorlesungstermine finden freitags von 15.00-17.00 Uhr in Präsenz im PC-Pool 01.120 statt (in Ausnahmefällen jedoch auch Online, siehe Zoom-Link in der rechten oberen Ecke dieser Internetseite). An den Übungen können Sie entweder freitags vor (13.30-15.00 Uhr) oder nach der Vorlesung (17:00-18:30 Uhr) teilnehmen (Beginn der Übungen am 26.04.2024 im PC-Pool 01.120 bzw. Online).

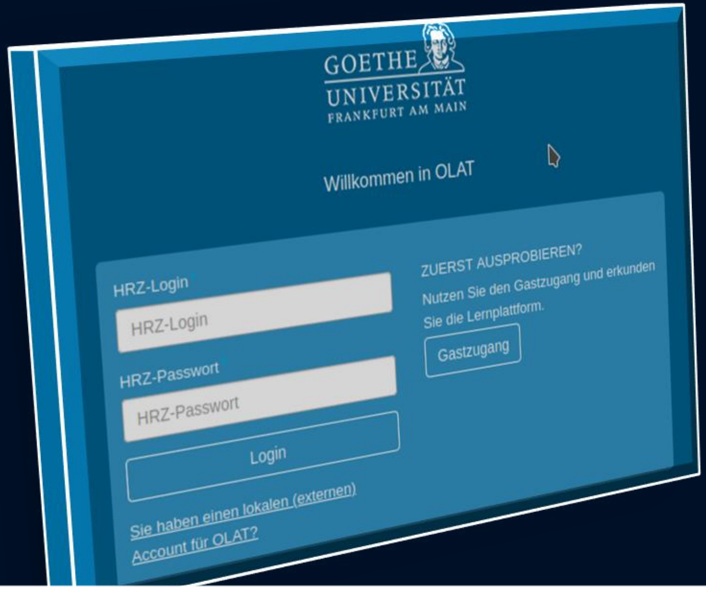
Ab diesem Semester werden die Online-Aufgaben direkt von dieser Seite aus angeboten (siehe rechts oben *E-Learning*). Bitte schreiben Sie sich dennoch auf der Online-Lernplattform OLAT ein, da organisatorische Informationen hierüber versendet werden.

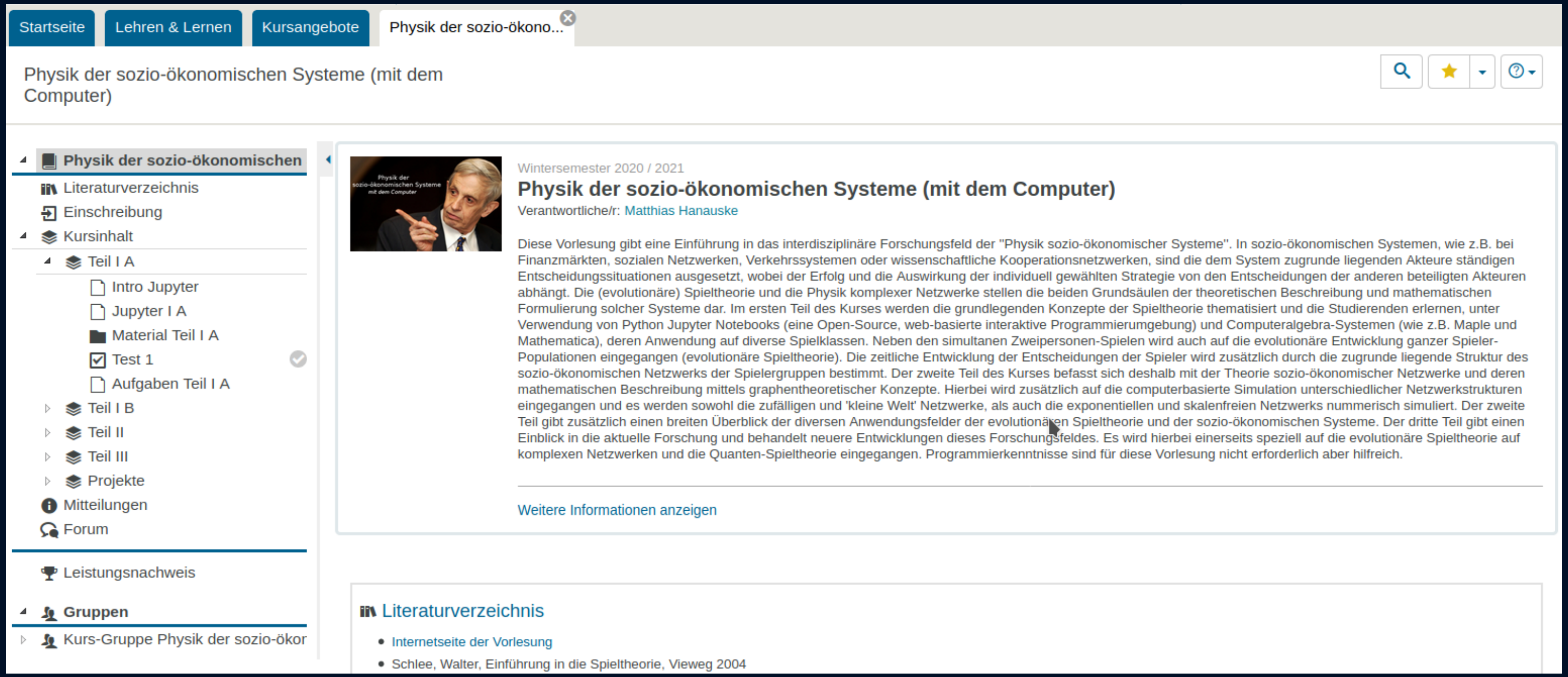
Weiterführende Literatur

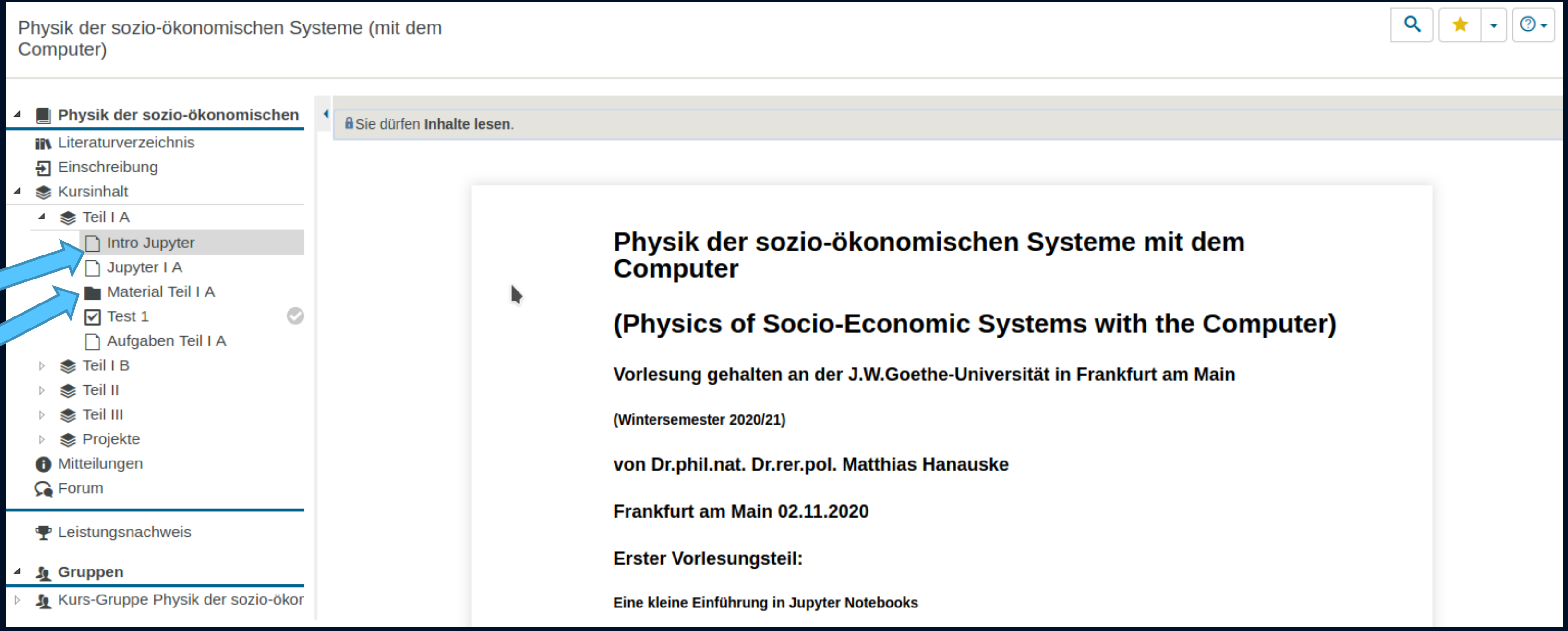
- Schlee, Walter, Einführung in die Spieltheorie, Vieweg 2004
- Rieck, Christian, Spieltheorie: Eine Einführung, Eschborn 2012
- Berninghaus S, Ehrhart K-M, Güth W, Strategische Spiele: Eine Einführung in die Spieltheorie, Springer, Berlin 2010
- Riechmann, Thomas, Spieltheorie, München 2010
- Espinola-Arredondo, A., Munnoz-Garcia F., Game Theory : An Introduction with Step-by-Step Examples, Springer; 2023.
- Hofbauer, Josef, and Karl Sigmund. Evolutionary games and population dynamics. Cambridge university press, 1998
- Alexander J. McKenzie. Evolutionary Game Theory. Cambridge: Cambridge University Press; 2023.
- Martin A. Nowak, Evolutionary Dynamics - Exploring the Equations of

Die OLAT Seite

http://olat.server.uni-frankfurt.de







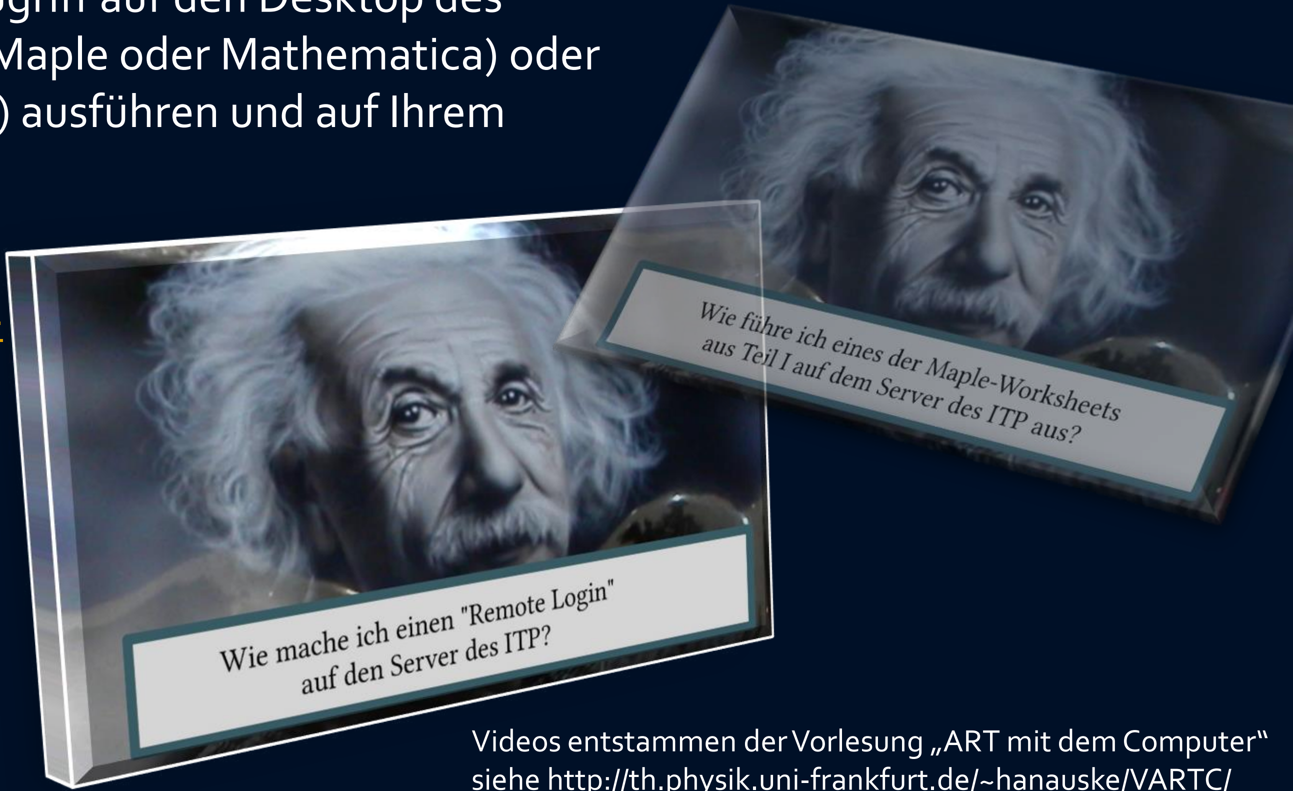
Auf der OLAT Seite des Kurses finden Sie die ältere Jupyter Notebooks
zum Ansehen
und herunterladen

Vergabe der Login Accounts und der Remote Login

Bevor wir uns mit der „Physik der sozio-ökonomischen Systeme“ beschäftigen, werden zunächst einige technische Dinge erläutert. Um die in den Vorlesungen vorgestellten Computerprogramme ausführen zu können und die Aufgaben in den Übungsstunden zu bearbeiten, müssen Sie gewisse Programme auf Ihrem Computer installiert haben; bzw. einen *Remote Login* von Ihrem Computer auf den Server des Instituts für Theoretische Physik (ITP) der Goethe Universität machen. Sie benötigen hierzu einen Account für die Rechner des ITP! Dieser Account wird Ihnen persönlich in den ersten Vorlesungsstunden ausgehändigt.

Mittels eines *Remote Login* können Sie sich durch einen Fernzugriff auf den Desktop des Servers des ITP verbinden und Anwendungsprogramme (z.B. Maple oder Mathematica) oder Simulationsprogramme (z.B. C++, Python, Jupyter Notebooks) ausführen und auf Ihrem Computer darstellen.

Auf der alten Internetseite der Vorlesung (siehe https://itp.uni-frankfurt.de/~hanauske/VPSOC/VPSOC2021.html) finden Sie Links und ein kleines Video das die einzelnen Schritte beschreibt, wie man einen *Remote Login* von einem Linux Betriebssystem zum Server des ITP der Goethe Universität aufbaut. Zusätzlich wird am Ende des Videos gezeigt, wie man das Passwort des eigenen ITP-Accounts ändert (empfohlen!), das Computeralgebra-System Maple startet und wie man sich wieder vom Server des ITP abmeldet.

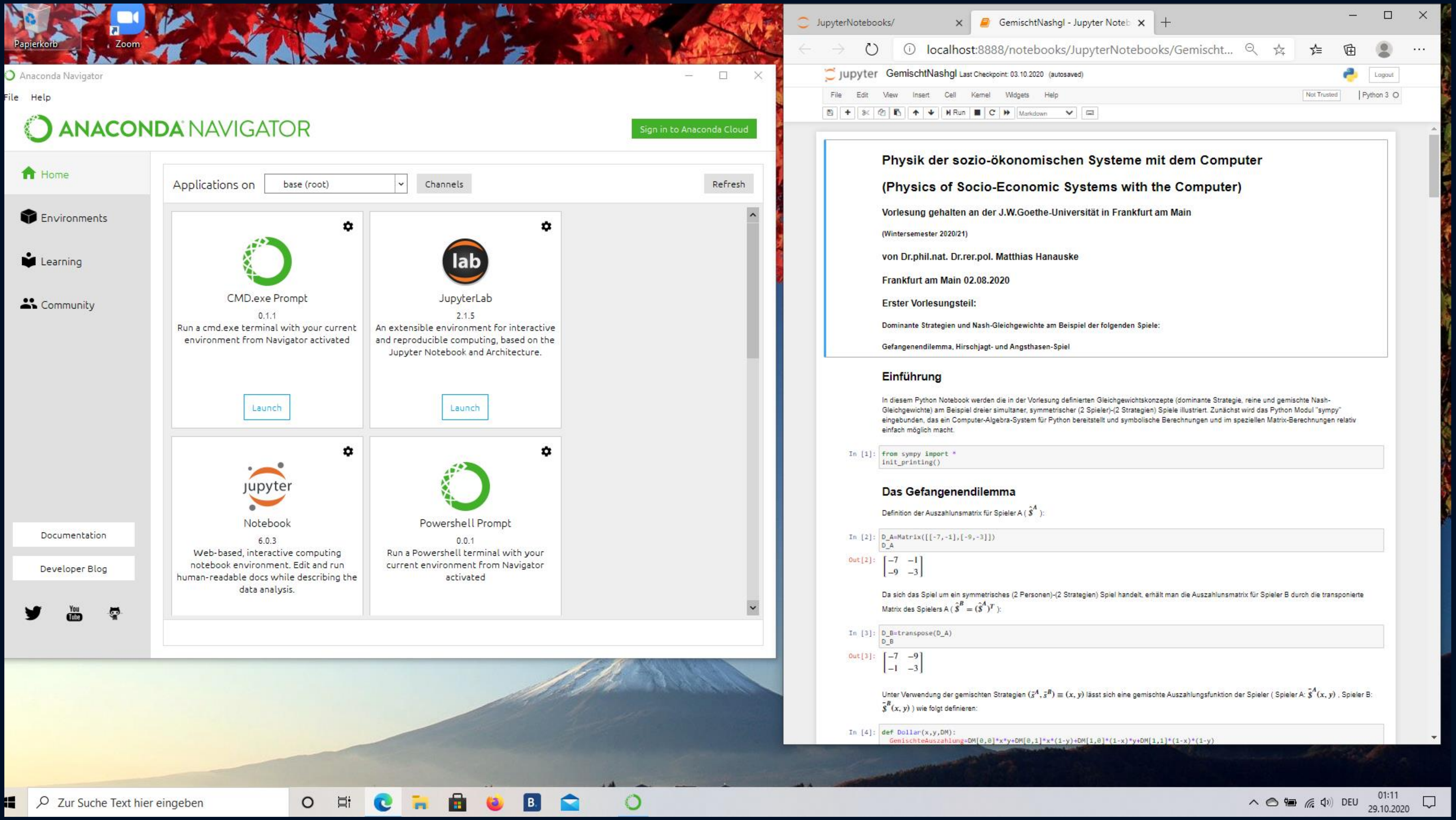


Videos entstammen der Vorlesung „ART mit dem Computer“
siehe http://th.physik.uni-frankfurt.de/~hanauske/VARTC/

Installation von Jupyter

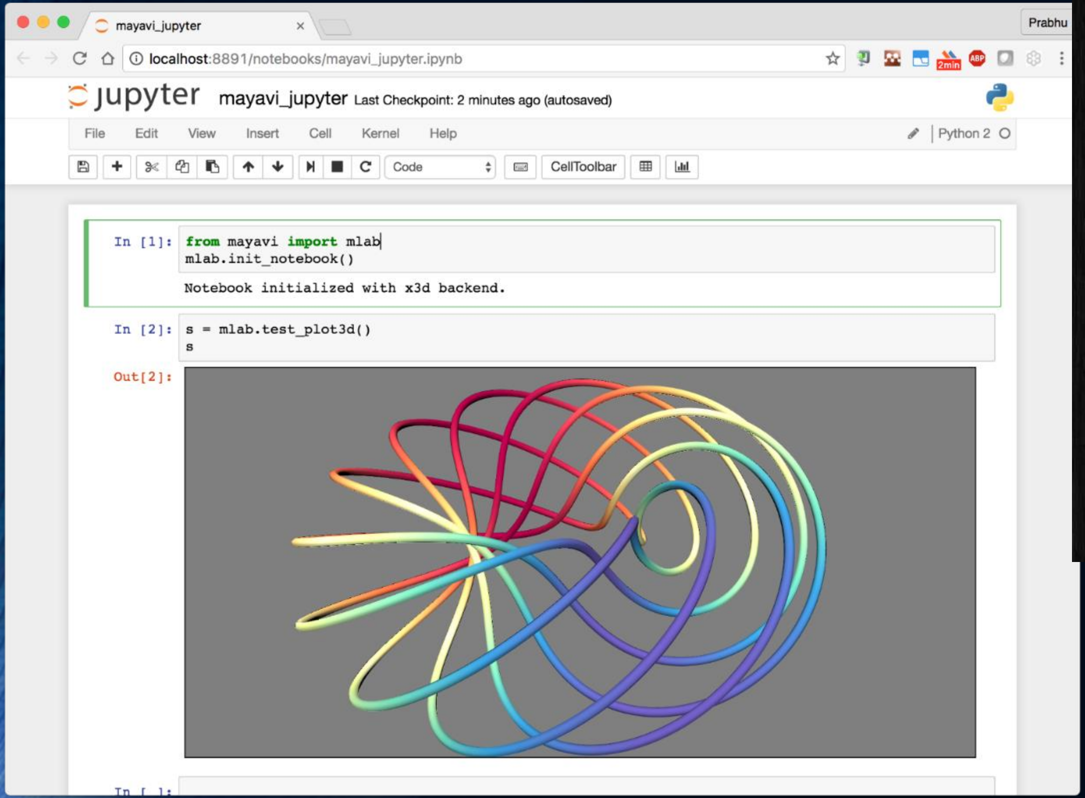
Auf den Rechnern des ITP ist Python und Jupyter schon vorinstalliert
und man startet ein Jupyter Notebook in einem Linux-Terminal mit dem Befehl „jupyter-notebook“.

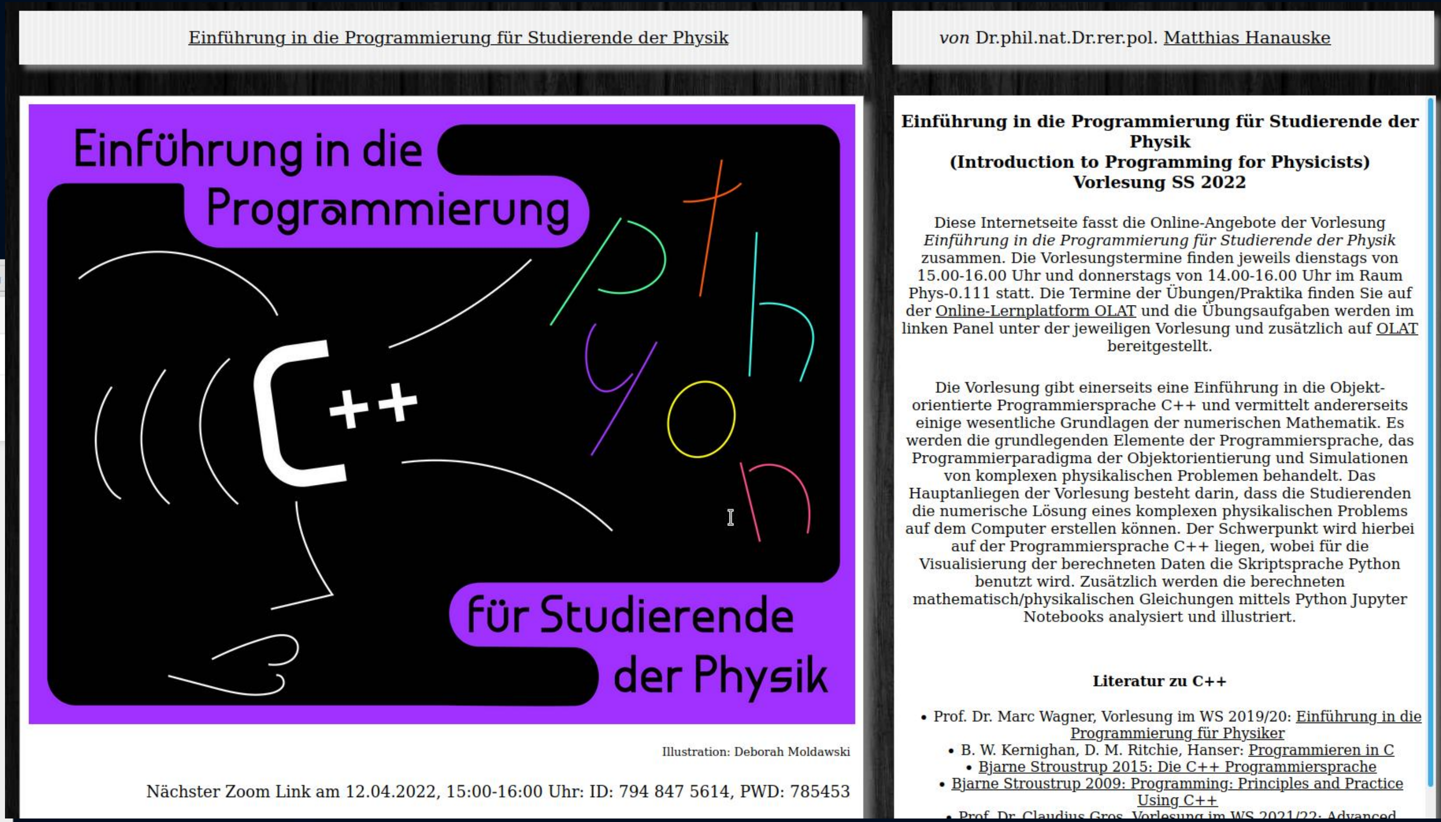
Unter Windows kann man Jupyter z.B. recht einfach mittel Anaconda



Kurze Einführung in C++

Python Skripts und Jupyter Notebooks





In der ersten Übungsstunde werden wir uns im PC-Pool mit den Grundlagen des Betriebssystems Linux befassen und sehen, wie man Python Skripte, Jupyter Notebooks und C++ Programme ausführt.

http://th.physik.uni-frankfurt.de/~hanauske/VPROG/

Inhalte der Vorlesung

SPIELTHEORIE

EVOLUTIONÄRE SPIELTHEORIE

KOMPLEXE NETZWERKE

EVOLUTIONÄRE SPIELTHEORIE AUF KOMPLEXEN NETZWERKEN

QUANTEN-SPIELTHEORIE

Einführung

Key Question

How can one theoretically describe the time dependent evolution of the strategic behavior of an entire group of decision makers?

Theoretical Models used to answer the question:

(Evolutionary) Game Theory

[von Neumann 1928, Nash 1950, Smith 1972, Weibull 1997, Szabó/Fáth 07]

Theory of complex networks

[Barabasi/Albert 02, Mendes/Dorogovtsev 02, Jackson 10]

Einleitung

- Die Spieltheorie befasst sich mit Entscheidungssituationen, in denen der Erfolg des Einzelnen nicht nur vom eigenen Handeln, sondern auch von den Entscheidungen der anderen beteiligten Spieler (Akteure) abhängt.
- Ökonomische Entscheidungen betreffen in aller Regel nicht nur das Individuum selbst, sondern auch weitere wirtschaftliche Subjekte und deren Entscheidungen.
- Viele Wirtschaftwissenschaftler betrachten die Spieltheorie als die formale Sprache der ökonomischen Theorie.

Ursprünge der Spieltheorie

- Johann (John) von Neumann veröffentlichte im Jahre 1928 die erste Arbeit über Spieltheorie (*J. von Neumann* **Zur Theorie der Gesellschaftsspiele**, Mathematische Annalen 100, 295-300 (1928)). Er war zu dieser Zeit als Privatdozent in Berlin tätig. 1930 übersiedelte er zur Princeton University und wurde dort 1931 Professor.
- Das erste, wegweisende Buch über Spieltheorie und ökonomisches Verhalten wurde 1944 von v. Neumann und Morgenstern veröffentlicht (*J. von Neumann und Oskar Morgenstern* **Theory of games and economic behaviour**, Princeton University Press, Princeton (1944))

Motivation: “Institute for Advance Study” in Princeton (1933 -1950)

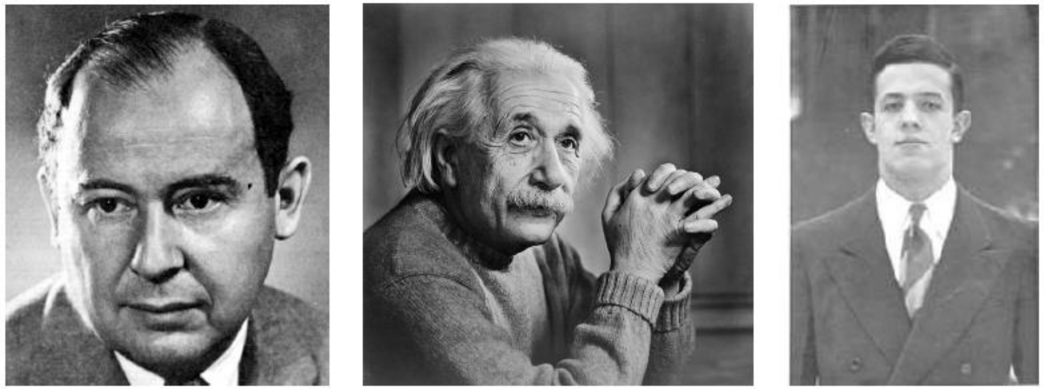


Figure: Johann von Neumann, Albert Einstein und John Forbes Nash Jr.

Johann (John) von Neumann. Zur Theorie der Gesellschaftsspiele. *Mathematische Annalen*, 100:295–300, 1928.

J. von Neumann. *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*. Springer, 1932.

J. von Neumann and O. Morgenstern. *The Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton University Press, 1947.

Motivation: "Institute for Advance Study" in Princeton (1933 -1950)

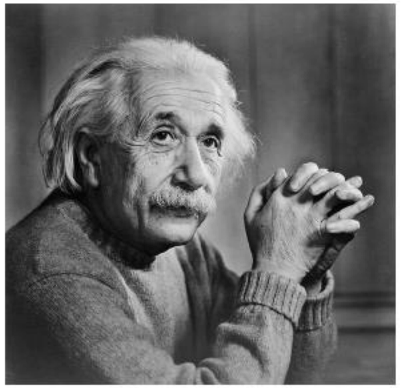
  

Figure: Johann von Neumann, Albert Einstein und John Forbes Nash Jr.

Quantum Entanglement and the "EPR-Paradoxon":

A. Einstein, B. Podolsky, and N. Rosen. Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? *Physical Review*, 47:777–780, 1935.

Motivation: "Institute for Advance Study" in Princeton (1933 -1950)

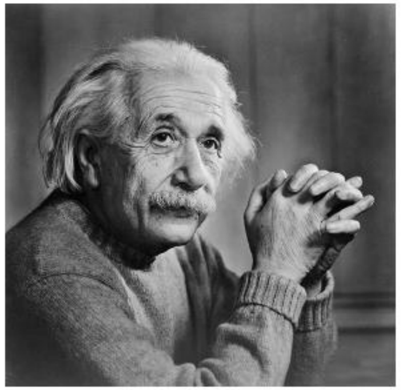




Figure: Johann von Neumann, Albert Einstein und John Forbes Nash Jr.

John F. Nash Jr. Equilibrium Points in N-person Games. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 36:48–49, 1950.

John F. Nash Jr. The Bargaining Problem. *Econometrica*, 18:155–162, 1950.

John F. Nash Jr. Non-Cooperative Games. *The Annals of Mathematics*, 54(2):286–295, 1951.

John Forbes Nash

John Forbes Nash Jr.
at Princeton university
in 1949

I.1.1 Definition eines Spiels

Die formale mathematische Definition eines *Simultanen (N Spieler)-(m Strategien) Spiels in strategischer Form mit Auszahlung* (siehe z.B. [2,3]) benötigt lediglich die Angabe dreier Größen: Die Menge $\mathcal{I}$ der Spieler, die Menge (der Raum) $\mathcal{S}$ der Strategien der Spieler und ihre Auszahlungsfunktion (Präferenzordnungen) $\$$.

Ein Spiel $\Gamma := (\mathcal{I}, \mathcal{S}, \$)$ in strategischer Form mit Auszahlung ist hinreichend definiert, wenn die folgenden drei Größen bekannt sind:

- Menge der Spieler: $\mathcal{I} = \{1, 2, \ldots, N\}$
  Die Menge der Spieler $\mathcal{I}$ kann unter Umständen aus unterschiedlichen Teilmengen bestehen, die ihrerseits unterschiedliche Strategiemengen $\mathcal{S}$ besitzen. In sozio-ökonomischen Netzwerken stellen die Spieler die jeweiligen Knoten des Netzwerkes dar (näheres siehe Teil II).
- Menge der reinen Strategien der Spieler: $\mathcal{S} = \mathcal{S}^1 \times \mathcal{S}^2 \times \ldots \times \mathcal{S}^N$
  Jeder Spieler $\mu \in \mathcal{I}$ besitzt eine eigene Menge an reinen Strategien $\mathcal{S}^\mu = \left\{s_1^\mu, s_2^\mu, \ldots, s_{m_\mu}^\mu\right\}$, wobei jede dieser m_μ Strategien eine für ihn mögliche Entscheidung darstellt.
- Präferenzordnungen der Spieler, quantifiziert durch eine vektorwertige Auszahlungsfunktion:
  $\$ = \left(\$^1, \$^2, \ldots, \$^N\right) : \mathcal{S} \to \mathbb{R}^N$
  Nachdem jeder Spieler (ohne die Entscheidung seiner Mitspieler zu kennen) eine Strategie aus seiner Strategienmenge $\mathcal{S}^\mu$ ausgewählt hat, beurteilt er die entstehende Strategienkombination $\mathcal{S}$ entsprechend seiner Präferenzordnung (Auszahlungsfunktion) $\$^\mu$.

Um diese formale Definition im einzelnen zu erklären, beschränken sich die folgenden Darlegungen auf den einfachsten Fall des simultanen

Spielbaum eines simultanen (2 Personen)-(2 Strategien) Spiels

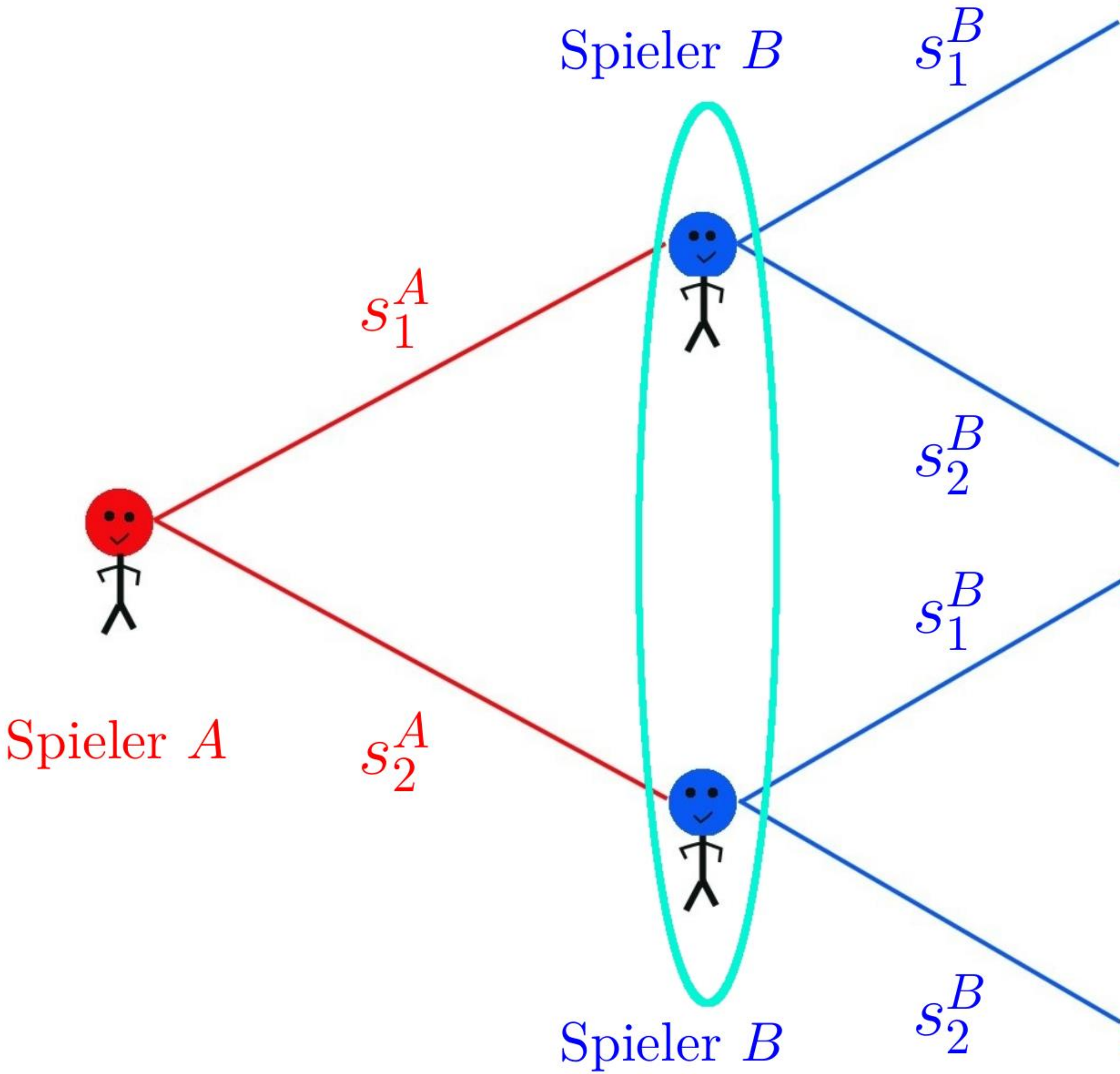
Definition des Spiels:

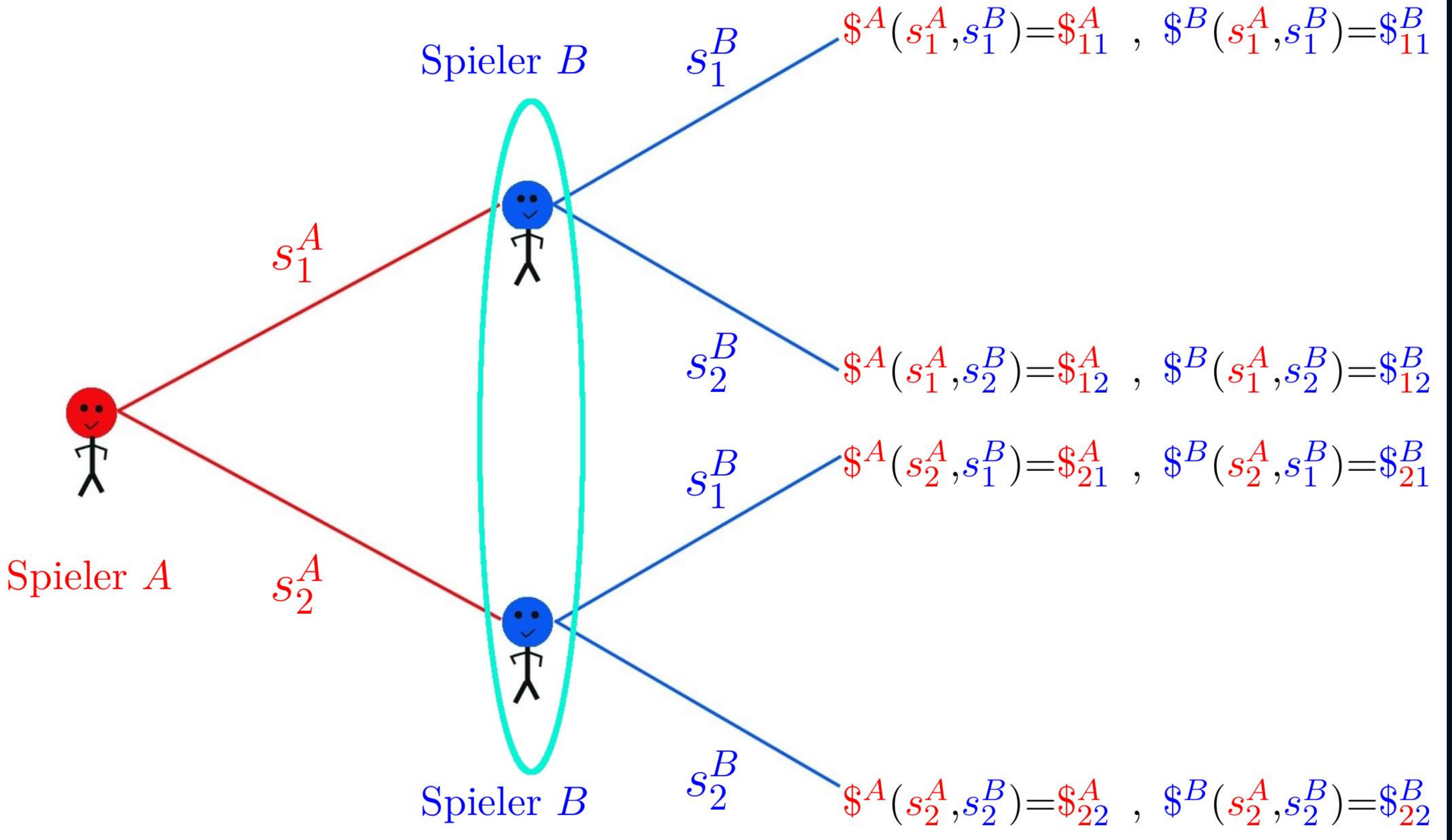
Menge der Spieler: A und B

Menge der Strategien: 1 und 2

Auszahlungstabelle:

	Spieler B wählt Strategie 1	Spieler B wählt Strategie 2
Spieler A wählt Strategie 1	$(\$^A_{11}, \$^B_{11})$	$(\$^A_{12}, \$^B_{12})$
Spieler A wählt Strategie 2	$(\$^A_{21}, \$^B_{21})$	$(\$^A_{22}, \$^B_{22})$

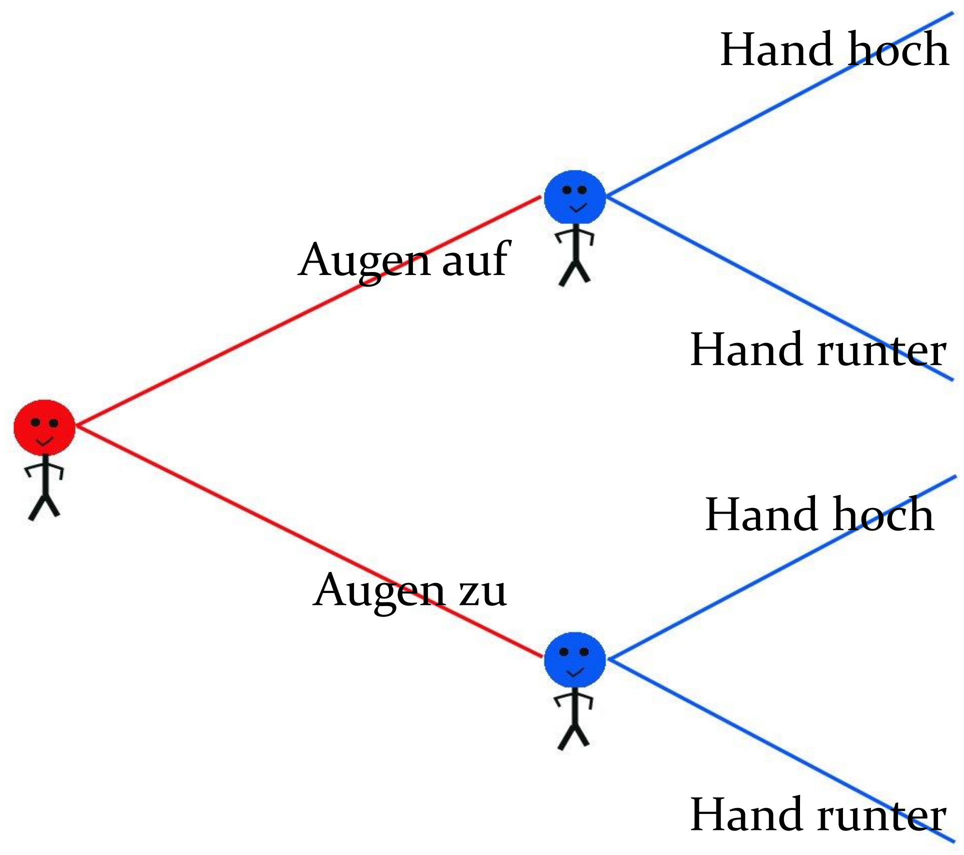




Spieler B
s_1^B
$\$^A(s_1^A,s_1^B)=\$_{11}^A$, $\$^B(s_1^A,s_1^B)=\$_{11}^B$
s_1^A
s_2^B
$\$^A(s_1^A,s_2^B)=\$_{12}^A$, $\$^B(s_1^A,s_2^B)=\$_{12}^B$
s_1^B
$\$^A(s_2^A,s_1^B)=\$_{21}^A$, $\$^B(s_2^A,s_1^B)=\$_{21}^B$
Spieler A
s_2^A
s_2^B
Spieler B
$\$^A(s_2^A,s_2^B)=\$_{22}^A$, $\$^B(s_2^A,s_2^B)=\$_{22}^B$

Einfaches Beispiel

	$s_1^2 \hat{=} Hh$	$s_1^2 \hat{=} Hr$
$s_1^1 \hat{=} Aa$	(10 , 10)	(0 , 0)
$s_2^1 \hat{=} Az$	(0 , 0)	(0 , 0)



$(2-Personen)-(2-Strategien)-Spiel \quad \Gamma:$

$\Gamma := (\mathrm{A}, (\mathrm{S}^1, \mathrm{S}^2), (\$^1, \$^2))$

Menge der Spieler : $\mathrm{A} = \{1,2\} = \{\text{Alice, Bob}\}$

Strategienmenge des 1-ten Spielers (Alice):

$\mathrm{S}^1 = \{s_1^1, s_2^1\} = \{\text{Augen auf , Augen zu}\}$

Strategienmenge des 2-ten Spielers:

$\mathrm{S}^2 = \{s_1^2, s_2^2\} = \{\text{Hand hoch, Hand runter}\}$

Auszahlungsfunktion des 1-ten Spielers:

$\$^1 : \mathrm{S}^1 \times \mathrm{S}^2 \to \Re \quad \text{mit}$

$\$^1(\text{Augen auf, Hand hoch}) = 10$

$\$^1(\text{Augen auf, Hand runter}) = 0$

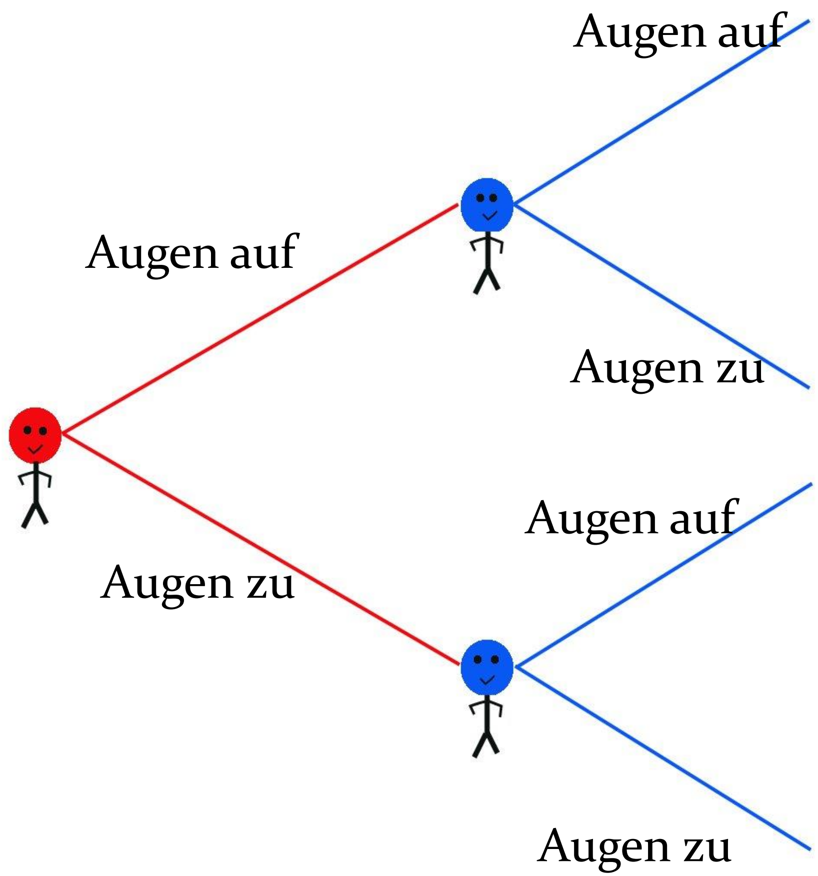
$\$^1(\text{Augen zu, Hand hoch}) = 0$

$\$^1(\text{Augen zu, Hand runter}) = 0$

Auszahlungsfunktion des 2. Spielers wie 1.

Beispiel Nr.1

	$s_1^2 \hat{=} Aa$	$s_1^2 \hat{=} Az$
$s_1^1 \hat{=} Aa$	(0 , 0)	(2 , -1)
$s_2^1 \hat{=} Az$	(-1 , 2)	(1 , 1)



$(2-\textit{Personen})-(2-\textit{Strategien})-\textit{Spiel} \quad \Gamma:$

$\Gamma := (A, (S^1, S^2), (\$^1, \$^2))$

Menge der Spieler : $\quad A = \{1,2\} = \{\text{Alice}, \text{Bob}\}$

Strategienmenge des 1-ten Spielers (Alice):

$S^1 = \{s_1^1, s_2^1\} = \{\text{Augen auf}, \text{Augen zu}\} = \{Aa, Az\}$

Strategienmenge des 2-ten Spielers:

$S^2 = \{s_1^2, s_2^2\} = \{\text{Augen auf}, \text{Augen zu}\} = \{Aa, Az\}$

Auszahlungsfunktion des 1. und 2. Spielers:

$\$^1 : S^1 \times S^2 \to \Re$ und $\$^2 : S^1 \times S^2 \to \Re$ mit

$\$^1(Aa, Aa) = 0$ und $\$^2(Aa, Aa) = 0$

$\$^1(Aa, Az) = 2$ und $\$^2(Aa, Az) = -1$

$\$^1(Az, Aa) = -1$ und $\$^2(Az, Aa) = 2$

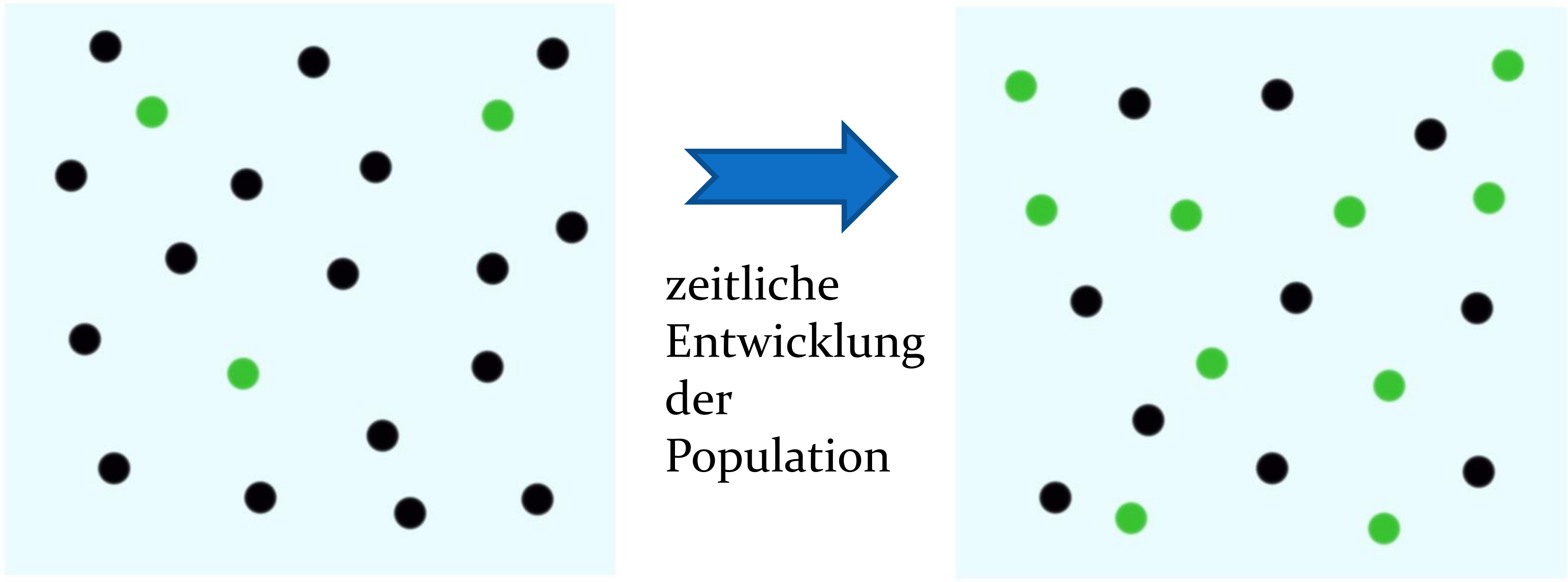
$\$^1(Az, Az) = 1$ und $\$^2(Az, Az) = 1$

Origins of evolutionary game theory

- The article published by Maynard Smith in 1972 (J. Maynard Smith “Game theory and the evolution of fighting”, In "On Evolution", pp. 8-28. Edingburgh University Press, Edinburgh, 1972) is generally considered to be the first game theory approach of Evolutionary Game theory. Smith describes in the article how one can extract the biological, dynamic evolution of organisms from the Nash equilibria of symmetrical (2x2) games. He shows how the dynamic evolution of the frequency distribution of organisms ends in a stable state - the so-called *evolutionarily stable strategy*.

Evolutionäre Spieltheorie

Die evolutionäre Spieltheorie betrachtet die zeitliche Entwicklung des strategischen Verhaltens einer gesamten Spielerpopulation.

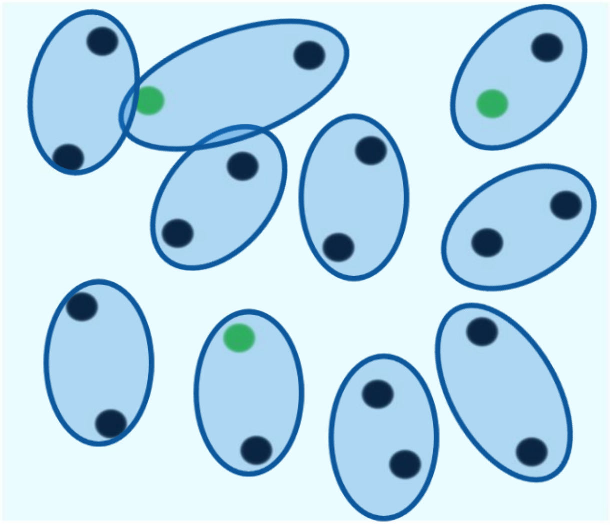


$x(0)=0.15$ $x(10)=0.5$

Mögliche Strategien: (grün , schwarz), Parameter t stellt die „Zeit“ dar.
$x(t)$: Anteil der Spieler, die im Zeitpunkt t die Strategie „grün“ spielen.

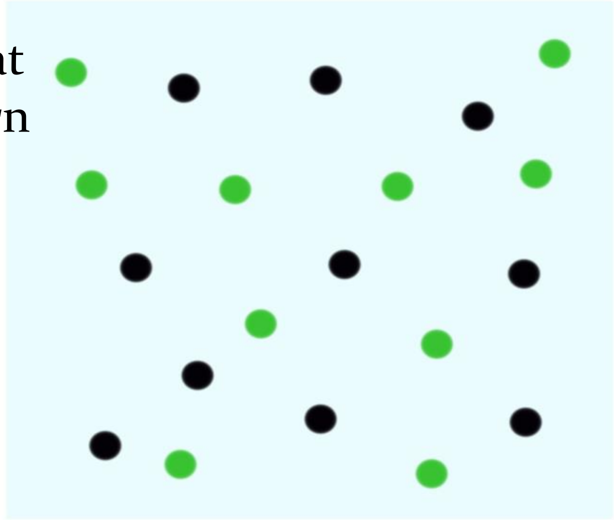
Evolutionäre Spieltheorie

Die einzelnen Akteure innerhalb der betrachteten Population spielen ein andauernd sich wiederholendes Spiel miteinander, wobei sich jeweils zwei Spieler zufällig treffen, das Spiel spielen und danach zu dem nächsten Spielpartner wechseln .



x(0)=0.15

Die Anfangspopulation von Spielern spielt zum Zeitpunkt t=0 das erste Mal das Spiel. Die Spieler wählen im Mittel zu 15% die grüne Strategie.



x(10)=0.5

Das evolutionäre Spiel schreitet voran und die grüne Strategie wird für die Spieler zunehmend attraktiver. Zum Zeitpunkt t=10 spielen schon 50% grün.

Wir spielen ein Spiel

Nehmen Sie bitte irgendeinen kleinen Gegenstand, der gut in Ihre geschlossene Hand passt (ohne das er von außen sichtbar ist); z.B. eine kleine Papierkugel.

Die teilnehmenden Studenten werden in zufälliger Weise in Zweiergruppen aufgeteilt und in die zugehörigen „Zoom Breakout-Rooms" eingeladen.

Im „Breakout-Rooms" spielen Sie (Spieler A) und ihr Nebenmann/frau (Spieler B) nun ein simultanes (2x2)-Spiel mit symmetrischer Auszahlungsmatrix (siehe Tabelle unten). Nehmen Sie an, dass die Auszahlungswerte in der Tabelle in Einheiten von Euro angegeben sind.

Treffen Sie ihre Entscheidung und legen Sie, ohne das Ihr Gegenüber erkennen kann, was Sie machen, entweder die Kugel in Ihre Hand (oder nicht) und ballen Ihre Hand zu einer Faust.

Wenn Sie beide bereit sind, halten Sie die geschlossene Faust vor die Kamera und öffnen Sie diese gleichzeitig mit ihrem Gegenüber. Nennen Sie dann kurz Ihre erzielte Auszahlung und verlassen dann den Breakout-Room.

Im Zoom Hauptraum geben Sie dann Ihre gewählte Strategie (Ohne Kugel / Mit Kugel) in dem Umfragetool ein.

Dieses Spiel wird nun mehrere Male wiederholt um zu sehen, wie sich die mittlere Strategienwahl der Population der Studentierenden verändert.

Spieler B Spieler A	Strategie 1 Ohne Kugel	Strategie 2 Mit Kugel
Strategie 1 Ohne Kugel	(0 , 0)	(2 , -1)
Strategie 2 Mit Kugel	(-1 , 2)	(1 , 1)

Wir spielen ein Spiel (Spiel 1)

Spieler B Spieler A	Strategie 1 Ohne Kugel	Strategie 2 Mit Kugel
Strategie 1 Ohne Kugel	(0 , 0)	(2 , -1)
Strategie 2 Mit Kugel	(-1 , 2)	(1 , 1)

Wir spielen ein Spiel (Spiel 2)

Spieler B Spieler A	Strategie 1 Ohne Kugel	Strategie 2 Mit Kugel
Strategie 1 Ohne Kugel	(2 , 2)	(4 , 0)
Strategie 2 Mit Kugel	(0 , 4)	(5 , 5)

Evolutionary Game Theory
Applications

Biology:

Distribution of bacteria in organisms

See for example: Kerr, Feldmann, Nature 2002

Cooperation of virus populations

See for example: Turner, Chao, Nature 1999

Mating strategies of lizards

See for example: Sinervo, Hazard, Nature 1996

Evolutionary dynamics of macromolecules

See for example: Eigen, Schuster, Naturwissenschaften 64, 1977

Economics:

"Public Goods" - Games

Elinor Ostrom, Trust in Private and Common Property Experiments

C. Clemens and T. M. Perfume, Evolutionary Dynamics in Public Good Games, Computational Economics (2006) 28: 399-420

M. Kosfeld, A. Okada and A. Riedl, Institution Formation in Public Goods Games, American Economic Review, 2009, 99:4, 1335-1355

Experimental economics

Elinor Ostrom et al., Cooperation in PD games: Fear, greed, and history of play, Public Choice 106: 137-155, 2001.

Behavioral economics (altruism, empathy, ...)

See for example articles by Fehr et al.

Evolution of information networks

S. Bernius, M. Hanauske, B. Dugall, W.König, Exploring the Effects of a Transition to Open Access, Journal of the American Society for Information Science and Technology, accepted for publication (2012)

Social science:

Social learning, Cultural and moral evolution

Evolution of social learning does not explain the origin of human cumulative culture, M. Enquist, S. Ghirlanda, Journal of Theoretical Biology 246 (2007)

Evolution of moral norms, W. Harms and B. Skyrms, Oxford Handbook on the Philosophy of Biology

Evolution of language

Finite populations choose language at best, C. Pavlovich, Journal of Theoretical Biology 249 (2007) 606-616

Evolution of social norms

Collective Action and the Evolution of Social Norms, E. Ostrom, The Journal of Economic Perspectives, vol 14, no. 3 (2000), p. 137-158

Evolution of social networks

Governing Social-Ecological Systems, M. A. Janssen and E. Ostrom

A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems, E. Ostrom, et al., Science 325, 419 (2009)

Tutorial

SOE 1.1	Sun	16:00–18:00	HSZ 04	Collective Dynamics of Firms: A Statistical Physics Approach — •Frank Schweitzer

Focus Session: Swarm Intelligence

SOE 2.1	Mon	10:15–10:45	GÖR 226	Social Media and Attention — •Bernardo Huberman
SOE 2.2	Mon	10:45–11:15	GÖR 226	Mobilizing society with a red balloon — •Riley Crane
SOE 2.3	Mon	11:15–11:45	GÖR 226	Collective behaviour and swarm intelligence — •Jens Krause

Focus Session: GPU-Computing (with DY)

SOE 5.1	Mon	14:00–14:30	GÖR 226	Applications of GPU-Computing in Statistical Physics — •Peter Virnau
SOE 5.2	Mon	14:30–15:00	GÖR 226	Accelerating Monte Carlo Simulations in Statistical Physics with GPU's — •David Landau

Focus Session: Experimental Methods

SOE 10.1	Tue	13:30–14:00	GÖR 226	Complex Economic Systems in the Laboratory — •Cars Hommes
SOE 10.2	Tue	14:00–14:30	GÖR 226	Multiplicative Cascades: How to model trip within cities — •Marta C. González
SOE 10.3	Tue	14:30–15:00	GÖR 226	Human behavior on networks: lessons and perspectives from game theory — •Angel Sánchez
SOE 10.4	Tue	15:00–15:30	GÖR 226	Measuring Happiness — •Peter S. Dodds

Young Scientist Award for Socio- and Econophysics

SOE 8.1	Mon	17:00–17:45	HSZ 02	Dragon-kings versus black swans: diagnostics and forecasts for the on-going world financial crisis — •Didier Sornette
SOE 8.1	Mon	18:00–18:30	HSZ 02	Community structure in networks and statistical physics of social dynamics — •Santo Fortunato

Joint Symposium on Foundations and Perspectives of Climate Engineering (with AKE, UP)

See SYCE for the full program of the symposium.

SYCE 1.1	Tue	10:30–11:00	HSZ 01	Oceanic carbon-dioxide removal options: Potential impacts and side effects — •Andreas Oschlies
SYCE 1.2	Tue	11:00–11:30	HSZ 01	Climate Engineering through injection of aerosol particles into the atmosphere: physical insights into the possibilities and risks — •Mark Lawrence
SYCE 1.3	Tue	11:30–12:00	HSZ 01	Geoengineering - will it change the climate game? — •Timo Goeschl
SYCE 1.4	Tue	12:00–12:30	HSZ 01	The gamble with the climate - an experiment — •Manfred Milinski

Plenary Talks related to SOE

PV X	Thu	8:30– 9:15	H1	Complex Networks: From Statistical Physics to the Cell — •Albert Laszlo Barabasi

Tutorial

SOE 1.1	Sun	16:00–18:00	H10	Time Series Analysis in Sociophysics and Econophysics — •Johannes J. Schneider, •Tobias Preis

Invited Talks

SOE 2.1	Mon	9:30–10:15	H44	Don't panic! - The physics of pedestrian dynamics and evacuation processes — •Andreas Schadschneider
SOE 7.1	Tue	9:30–10:00	H44	Humans playing spatial games — •Arne Traulsen
SOE 12.1	Wed	9:30–10:15	H44	The hidden complexity of open source software — •Frank Schweitzer
SOE 17.1	Thu	9:30–10:15	H44	Wave localization in complex networks — •Jan W. Kantelhardt
SOE 22.1	Fri	9:30–10:15	H44	Hypergraphs and social systems — •Guido Caldarelli

Focus Session: Science of Science

SOE 4.1	Mon	13:30–14:00	H44	Following the actors: individual and collective behavior in epistemic landscapes — •Andrea Scharnhorst
SOE 4.2	Mon	14:00–14:30	H44	Tracking science in real-time from large-scale usage data. — •Johan Bollen
SOE 4.3	Mon	14:45–15:15	H44	Mapping change in science — •Martin Rosvall, Carl Bergstrom
SOE 4.4	Mon	15:15–15:45	H44	Statistical physics of citation behavior — •Santo Fortunato

Das Dilemma des Wettrüstens

Zwei Länder stehen vor der Entscheidung die Streitkräfte ihres Landes militärisch, atomar aufzurüsten oder atomar abzurüsten.

Erprobt wurde die Spieltheorie im Kalten Krieg, als sich die Vereinigten Staaten und die Sowjetunion gegenseitig mit nuklearer Vernichtung bedrohten. Damals war "The Strategy of Conflict", das Hauptwerk des amerikanischen Spieltheoretikers Thomas Schelling von 1960, eines der einflussreichsten Bücher. Ob Schelling wirklich dazu beigetragen hat, dass die Kubakrise im Oktober 1962 nicht im atomaren Inferno endete, ist offen. Auf jeden Fall half er, den Kalten Krieg durch ein Stück Rationalität zu entschärfen. Schelling erhielt 2005 den Wirtschaftsnobelpreis.

https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/essay-wer-als-erster-nachgibt-1.3967244

München 17°

Shop Jobs Immobilien Anzeigen

Login Abo

Süddeutsche Zeitung

SZ.de Zeitung Magazin

Politik Wirtschaft Panorama Sport München Bayern Kultur Gesellschaft Wissen Digital Karriere Reise Auto Stil mehr...

Das Dilemma des Wettrüstens

- Zwei Länder stehen vor der Entscheidung die Streitkräfte ihres Landes militärisch, atomar aufzurüsten oder atomar abzurüsten.

1. Definieren Sie das Spiel.
2. Beschreiben Sie eine mögliche Situation der Länder und definieren Sie die dem Spiel zugrundeliegende Auszahlungsmatrix.
3. Berechnen Sie die Nash-Gleichgewichte des Spiels. Gibt es eine dominante Strategie?

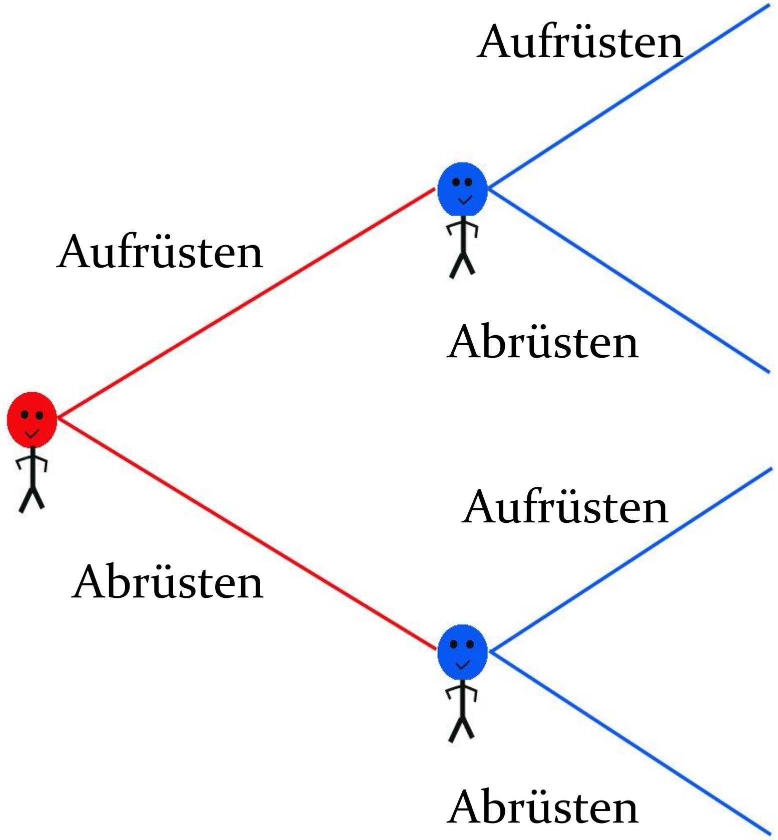



Russland USA	Aufrüsten	Abrüsten
Aufrüsten	(?? , ??)	(?? , ??)
Abrüsten	(?? , ??)	(?? , ??)

Dilemma des Wettrüstens

(1. Mögliche Definition des Spiels)

	$s_1^2 \,\hat{=}\, Auf$	$s_1^2 \,\hat{=}\, Ab$
$s_1^1 \,\hat{=}\, Auf$	(a , a)	(b , c)
$s_2^1 \,\hat{=}\, Ab$	(c , b)	(d , d)



$(2 - Länder) - (2 - Strategien) - Spiel \quad \Gamma :$

$\Gamma := (\mathrm{A}, (\mathrm{S}^1, \mathrm{S}^2), (\$^1, \$^2))$

Menge der Spieler (Länder):

$\mathrm{A} = \{1,2\} = \{\text{Land 1, Land 2}\}$

Strategienmenge des 1-ten Spielers (Land 1):

$\mathrm{S}^1 = \{s_1^1, s_2^1\} = \{\text{Aufrüsten, Abrüsten}\}$

Strategienmenge des 2-ten Spielers (Land 2):

$\mathrm{S}^2 = \{s_1^2, s_2^2\} = \{\text{Aufrüsten, Abrüsten}\}$

Auszahlungsfunktion des 1. und 2. Spielers:

$\$^1 : \mathrm{S}^1 \times \mathrm{S}^2 \to \Re \quad \text{und} \quad \$^2 : \mathrm{S}^1 \times \mathrm{S}^2 \to \Re$

$\$^1(\mathrm{Auf}, \mathrm{Auf}) = a \quad , \quad \$^2(\mathrm{Auf}, \mathrm{Auf}) = a$

$\$^1(\mathrm{Auf}, \mathrm{Ab}) = b \quad , \quad \$^2(\mathrm{Auf}, \mathrm{Ab}) = c$

$\$^1(\mathrm{Ab}, \mathrm{Auf}) = c \quad , \quad \$^2(\mathrm{Ab}, \mathrm{Auf}) = b$

$\$^1(\mathrm{Ab}, \mathrm{Ab}) = d \quad , \quad \$^2(\mathrm{Ab}, \mathrm{Ab}) = d$

Dilemma des Wettrüstens

(2. Eigenschaften der Auszahlungsmatrix (I))

	$s_1^2 \triangleq Auf$	$s_1^2 \triangleq Ab$
$s_1^1 \triangleq Auf$	(a , a)	(b , c)
$s_2^1 \triangleq Ab$	(c , b)	(d , d)

- Das zunächst allgemein definierte symmetrische (2x2)-Spiel des Wettrüstens zweier Länder wird nun durch Festlegung der freien Parameter (a,b,c und d) an eine spezifische Ausgangssituation angepasst:
  - Betrachtet man den Nutzen für die Länder bei gemeinsamen Aufrüsten (Auf,Auf) und gemeinsamen Abrüsten (Ab,Ab), so nehmen wir im Folgenden an, dass es sowohl finanziell, als auch für das „Wohlbefinden" der einzelnen Länder von Vorteil ist Strategie (Ab,Ab) zu wählen. $\Rightarrow$ a<d

Dilemma des Wettrüstens

(2. Eigenschaften der Auszahlungsmatrix (II))

	$s_1^2 \triangleq Auf$	$s_1^2 \triangleq Ab$
$s_1^1 \triangleq Auf$	(a , a)	(b , c)
$s_2^1 \triangleq Ab$	(c , b)	(d , d)

- Betrachtet man den Nutzen für die Länder wenn *Land 1* aufrüstet und *Land 2* abrüstet (Auf,Ab), und setzt voraus, dass beide Länder sich ernsthaft voneinander bedroht fühlen, so würde Land 1 diese Strategienkombination sehr positiv bewerten, Land 2 dagegen äußerst negativ.

$b>>c$ und $b>d$ und $c<a$

Dilemma des Wettrüstens

(2. Eigenschaften der Auszahlungsmatrix (III))

	$s_1^2 \,\hat{=}\, Auf$	$s_1^2 \,\hat{=}\, Ab$
$s_1^1 \,\hat{=}\, Auf$	(a , a)	(b , c)
$s_2^1 \,\hat{=}\, Ab$	(c , b)	(d , d)

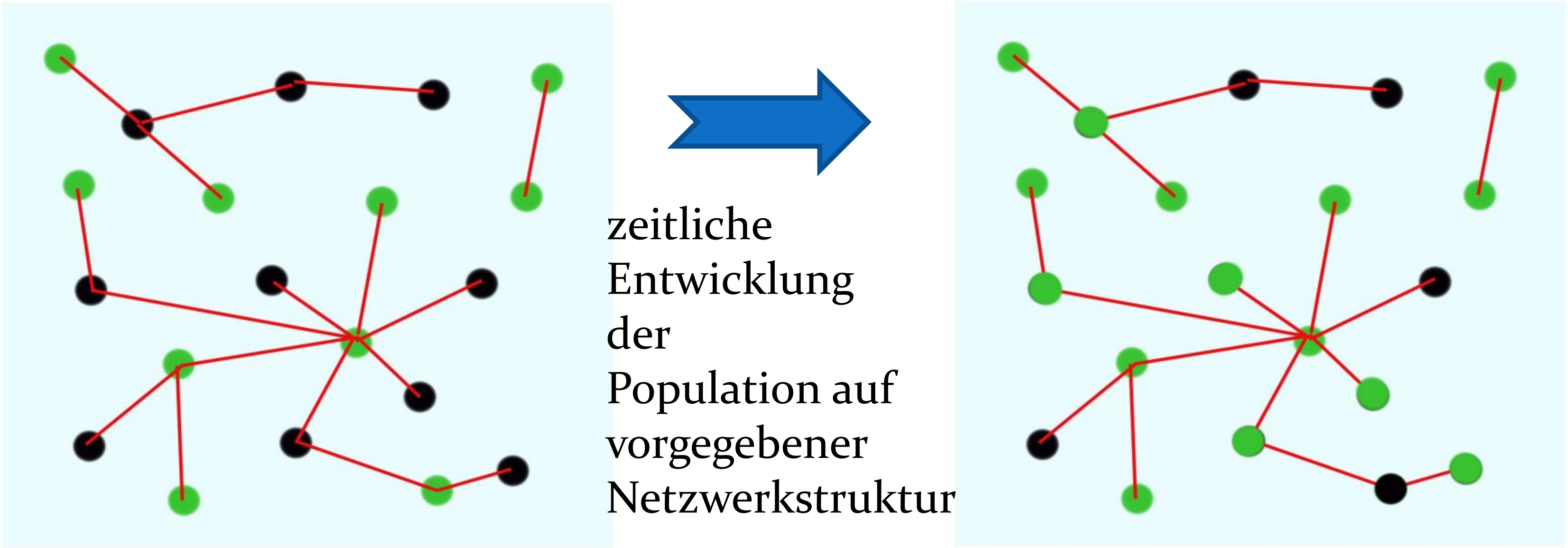
- Wir legen die Parameter des Spiels wie folgt fest:

	Aufrüsten	**Abrüsten**
Aufrüsten	(1 , 1)	(4 , 0)
Abrüsten	(0 , 4)	(2 , 2)

Siehe: *Schlee, Walter* **Einführung in die Spieltheorie**, Vieweg, 2004
Seite 15

Evolutionäre Spieltheorie auf komplexen Netzwerken

Viele in der Realität vorkommende evolutionäre Spiele werden auf einer definierten Netzwerkstruktur (Topologie) gespielt. Die Spieler der betrachteten Population sind hierbei nicht gleichwertig, sondern wählen als Spielpartner nur mit ihnen durch das Netzwerk verlinkte (verbundene) Partner aus.



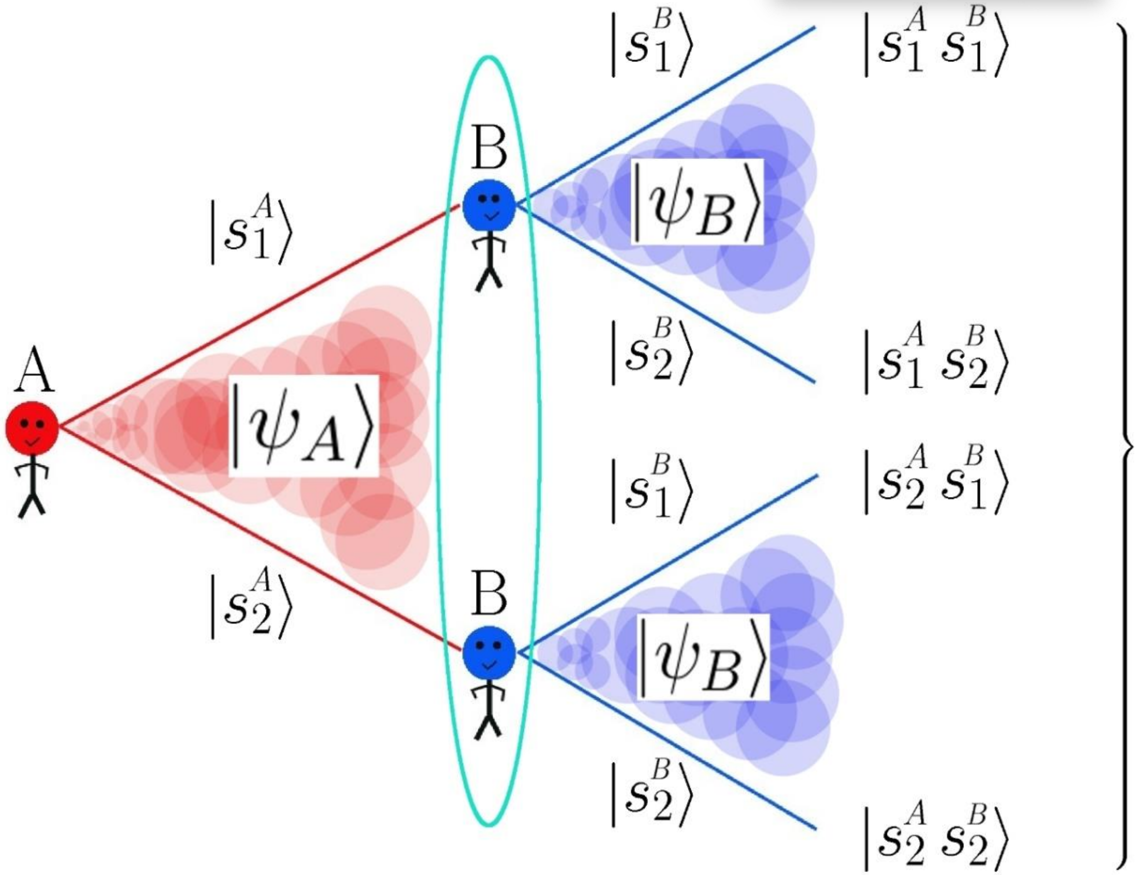
$x(0)=0.5$ $x(10)=0.75$

Mögliche Strategien: (grün , schwarz), Parameter t stellt die „Zeit“ dar.
$x(t)$: Anteil der Spieler, die im Zeitpunkt t die Strategie „grün“ spielen.
Die roten Verbindungslinien beschreiben die möglichen Spielpartner des Spielers

Quantum Games

The entangled Two-Player Quantum-Spinor

basis vectors



Two-Player Quantum State

$$|\Psi\rangle = \hat{\mathcal{J}}^{\dagger} \left(\hat{\mathcal{U}}_A \otimes \hat{\mathcal{U}}_B \right) \hat{\mathcal{J}} \; |s_1^A\, s_1^B\rangle$$

Through a quantum-theoretical entanglement of the imaginary decision-making paths within an actor network, a population can succeed in escaping a dilemma-like situation if the value of the entanglement exceeds a certain threshold value.

GOETHE UNIVERSITÄT
FRANKFURT AM MAIN

Öffentliche Ringvorlesung:
Spieltheorie - Die Mathematik der Entscheidungsfindung

Gesellschaftliche Konflikte, leider auch militärische, haben in einer Weise zugenommen, wie man sich das vor Jahren nicht vorstellen mochte. Ihr Vordringen und ihre Bewältigung gehen manches Mal mit großen Emotionen einher, die oft einen klaren Blick auf die anstehenden Entscheidungen verstellen. — Demgegenüber geht es in der Spieltheorie um rationale Entscheidungsfindung in gesellschaftlichen Auseinandersetzungen. In mathematischen Modellen werden typische Konfliktsituationen herausgearbeitet, wie etwa beim „Gefangenendilemma". Dabei greift man dann auch auf Zufallsentscheidungen zurück. Man denke etwa an das Spiel „Stein, Schere, Papier". Hier wird jede deterministische Strategie durch eine angepasste Gegenstrategie dominiert. Nur mittels Zufall kann man sich gegen alle Gegenstrategien wappnen. — In der Ringvorlesung geben ausgewählte Vortragende Einblicke in Grundideen der Spieltheorie und in ihre Auswirkungen auf aktuelle Fragen der Gesellschaft sowie menschliche und computerbasierte Vorhersagen.

Ab dem 2. Vortrag am 19.12.2023 werden die Vorträge live auf YouTube übertragen. Sie werden in Präsenz durchgeführt, immer dienstags um 18:00 s.t. und öffentlich zugänglich im Hörsaal

H IV, Gräfstrasse 52, 60486 Frankfurt

der Goethe-Universität.

21. November 2023
[Prof. Dr. Christian Rieck]
Frankfurt University of Applied Sciences
Modell und Wirklichkeit im Spiel

19. Dezember 2023
Prof. Dr. Bernhard von Stengel
London School of Economics and Political Sciences
Spieltheorie und Politik (Aufnahme des YouTube-Livestreams)

Abgesagt
Prof. Dr. Alexandra Schwartz
TU Dresden
Mehrstufige Spiele: vom Vorhersagen und Beeinflussen von Entscheidungen

16. Januar 2024
Prof. Dr. Arne Traulsen
MPI für Evolutionsbiologie, Plön
Evolutionäre Spieltheorie und soziale Dilemmas (Aufnahme des YouTube-Livestreams)

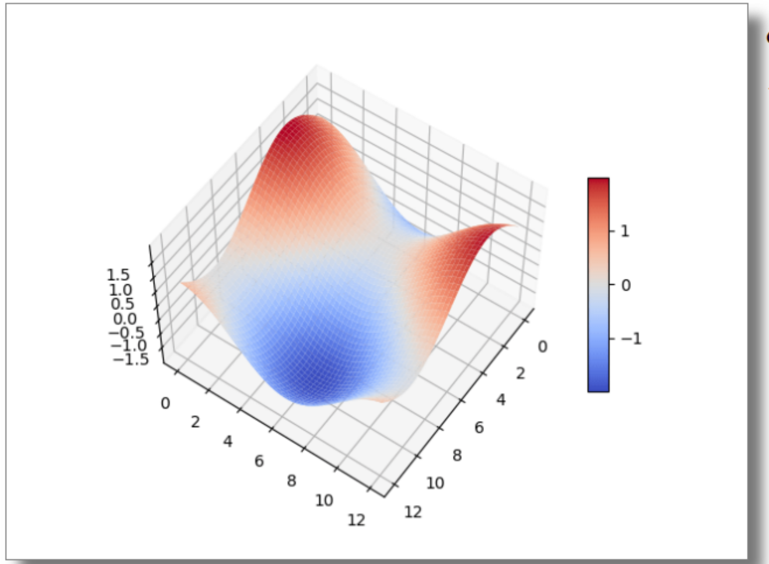
6. Februar 2024
Christopher Lorenz
Universität Frankfurt
Nobelpreiswürdige Gleichgewichtskonzepte von Nash bis Selten (Aufnahme des YouTube-Livestreams)

16. April 2024
Prof. Dr. Matthias Blonski
Universität Frankfurt
Kooperation im wiederholten Gefangenendilemma (Aufnahme des YouTube-Livestreams)

Vorlesung 1

Die erste Vorlesung soll einerseits einen kurzen Einblick in die gesamten Inhalte der Vorlesung geben und andererseits auch schon in die mathematische Formulierung der *Spieltheorie* (siehe rechtes Panel dieser Vorlesung) einführen. In diesem Jahr werden im Prinzip die identischen Inhalte wie im WS 2022/23 besprochen (siehe Alte Vorlesungsseiten (WS 2022/23)) und ein Großteil der Python Programme und Jupyter Notebooks basieren auf diesen Seiten. Zusätzlich werden wir in diesem Jahr auch auf das Paradigma der Objekt-orientierten Programmierung am Beispiel der Sprache C++ näher eingehen (siehe auch Einführung in die Programmierung für Studierende der Physik).
Die Teilnehmer der Vorlesung erhalten einen Account für die Rechner des Instituts für Theoretische Physik (ITP) der Goethe-Universität und in den Übungsstunden können sie vor Ort im PC-Pool (ITP, Raum 01.120) die vorinstallierten Programme (C++, Python, ...) nutzen, um die besprochenen Themen im Detail zu verstehen und die Übungsaufgaben zu bearbeiten (für einen *Remote Login* auf den Server des ITP siehe Einführung in die Programmierung für Studierende der Physik und Alte Vorlesungsseiten (WS 2021/22)).

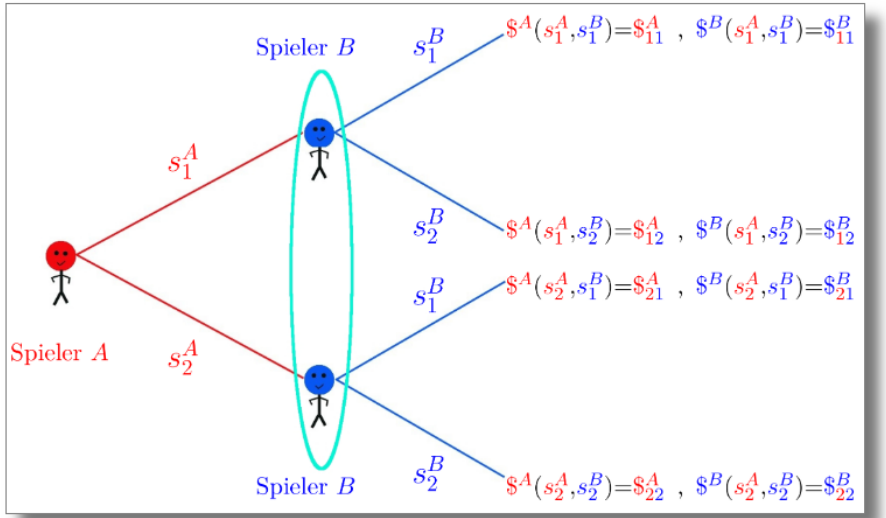
Einführung in Jupyter Notebooks



In den zugehörigen Übungsgruppen der Vorlesung werden wir die computerunterstützten Berechnungen hauptsächlich mittels sogenannter *Jupyter Notebooks* durchführen. In Jupyter Notebooks kann man die Programmiersprache Python in einer anwendungsfreundlichen Umgebung nutzen und die berechneten Ergebnisse auch gleich visualisieren. Auf den Computern des ITP kann man *Jupyter Notebooks* starten, indem man in einem Linux-Terminal den Befehl "jupyter-notebook" eingibt. Einige der in den Vorlesungen behandelten Jupyter Notebooks benutzen spezielle Python Module und Libraries (z.B sympy, siehe SymPy), die man im Linux-Terminal für den Python3-Kernel mittels des Befehls "pip3 install sympy" installieren kann. Da es sich bei den Jupyter Notebooks um eine frei zugängliche Open-Source-Software handelt, kann man diese auch direkt auf dem eigenen Computer/Laptop installieren und benötigt nicht den Umweg mittels des Remote Logins auf den Server des ITP. In der ersten Vorlesung wird kurz besprochen, wie man eine solche Installation durchführt. In der ersten Übungsstunde werden Hilfestellungen zu dem *Remote Login* und der Installation von Python/Jupiter gegeben und eine einführendes Jupyter Notebook besprochen. Dieses Notebook finden Sie unter dem folgenden Link (IntroJupyter.ipynb) und zu dem html-Export gelangen Sie durch Klicken auf das nebenstehende obere Bild.

Vorlesung 1

Nach einem kurzen Überblick in die Inhalte der gesamten Vorlesung werden in der ersten Vorlesung die Grundlagen der *Spieltheorie* vorgestellt (siehe Teil I).
Im Gegensatz zur Physik, die die Gesetzmäßigkeiten der leblosen Materie/Energie und deren Wechselwirkungen in Raum und Zeit betrachtet, ist der wissenschaftliche Untersuchungsgegenstand der *Spieltheorie* (das zu erforschende Ding) der Mensch, und wir sind daran interessiert, wie dieser sich bei ökonomischen oder sozial relevanten strategischen Entscheidungen verhält. Viele Wissenschaftler betrachten die *Spieltheorie* als die formale Sprache der ökonomischen Theorie.
Im Prinzip benötigt man für die formale mathematische Definition eines Spiels lediglich die Angabe dreier Größen: Die Menge $\mathcal{I}$ der Spieler, die Menge (der Raum) $\mathcal{S}$ der Strategien der Spieler und ihre Auszahlungsfunktion (Präferenzordnungen) \$ (siehe I.1.1 Definition eines Spiels). Es wird der Spielbaum und die Auszahlungsmatrix eines simultanen (2 Personen)-(2 Strategien) Spiels ((2 × 2) Spiel) vorgestellt



und anhand von mehreren bekannten klassischen Spielen wird das Konzept des Nash-Gleichgewichtes mittels der *Bestantwort-Pfeile* illustriert (siehe Gefangenendilemma, Hirschjagd- und Angsthasen-Spiel).