Physik der sozio-ökonomischen Systeme *mit dem Computer*

JOHANN WOLFGANG GOETHE UNIVERSITÄT
06.11.2020

MATTHIAS HANAUSKE

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

Aufgrund der Corona Krise findet die Vorlesung und die freiwilligen Übungstermine in diesem Semester nur Online statt.

1. Vorlesung

Plan für die heutige Vorlesung

- Kurzer Überblick der Inhalte der Vorlesung
- Festlegung der Übungsgruppentermine
- Login-Accounts für den Remote Login auf den Server des Instituts für Theoretische Physik (ITP) der Goethe Universität
- Einführung in die Spieltheorie
  - Definition eines Spiels
  - Strategienmenge der Spieler
  - Präferenzordnung und Auszahlungsfunktion
  - Nash-Gleichgewichte und dominante Strategien
  - Das Gefangenendilemma, das Hirschjagd und Angsthasen Spiel

Allgemeines zur Vorlesung

- Ort und Zeit:
  Nur Online/Virtuell
  Live-Streaming (synchrone Lehrangebote, Zoom Meetings):
  Vorlesungstermine: Freitags von 15.00-17.00 Uhr
  Übungstermine: Werden in der ersten Vorlesung vereinbart

- Vorlesungs-Materialien (asynchronen Lehrangebote):
  http://th.physik.uni-frankfurt.de/~hanauske/VPSOC/ bzw.
  http://th.physik.uni-frankfurt.de/~hanauske/ VPSOC / VPSOCorona.html

- Übungsaufgaben auf der Online-Lernplatform Lon Capa:
  http://lon-capa.server.uni-frankfurt.de/

- Weitere Materialien auf der Online-Lernplatform OLAT
  http://olat.server.uni-frankfurt.de

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

- Voraussetzungen:
  Laptop/PC mit Kamera und Ton
  Programmierkenntnisse von Vorteil

Vorlesung besteht aus drei Teilen

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

Home | Research | Contact

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

Online Vorlesungen und Zusatzmaterialien

Augrund der Corona Krise findet die Vorlesung und die Übungstermine in diesem Semester nur Online statt. Auf die dafür eingerichtete Internetseite gelangen Sie, wenn Sie die nebenstehende Abbildung anklicken.

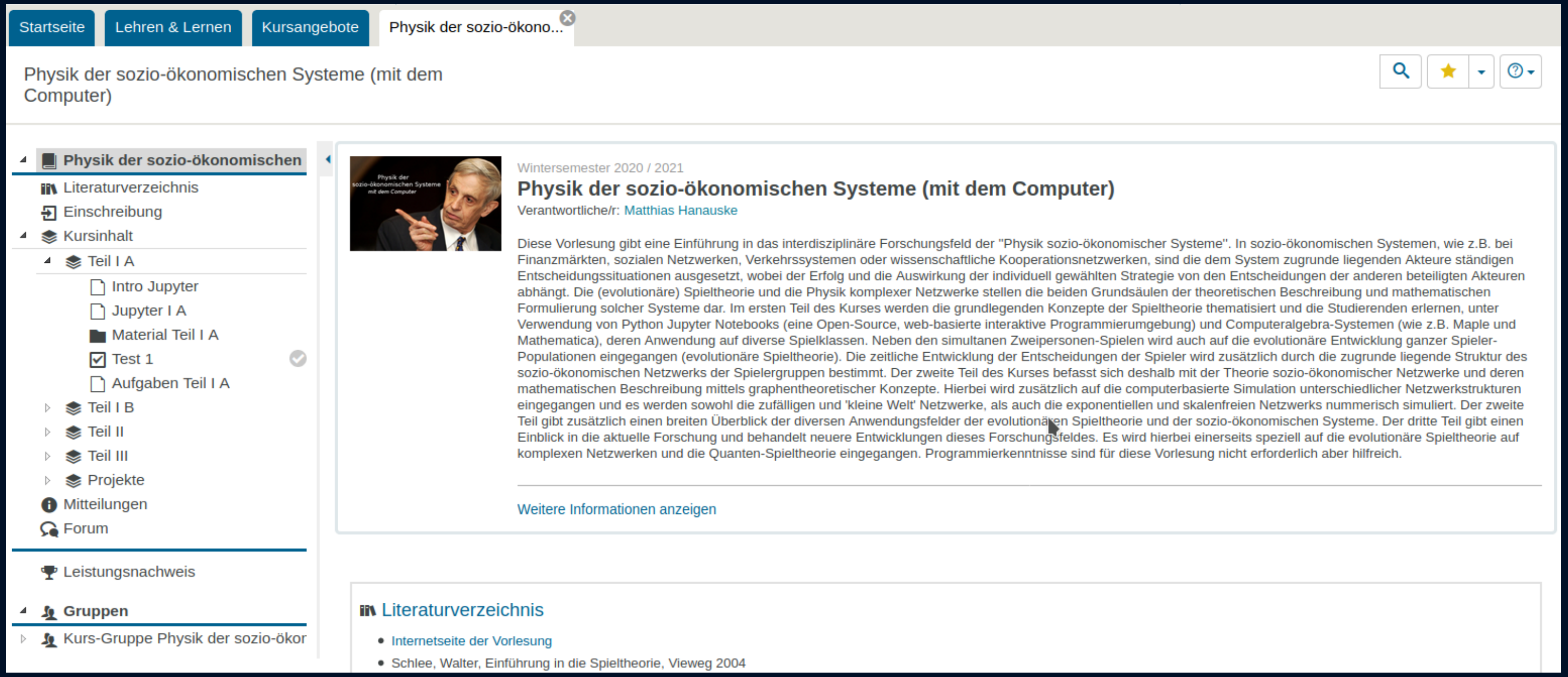
Physik der sozio-ökonomischen Systeme mit dem Computer
(Physics of Socio-Economic Systems with the Computer)
Vorlesung WS 2020/2021, Fr. 15-17.00 Uhr

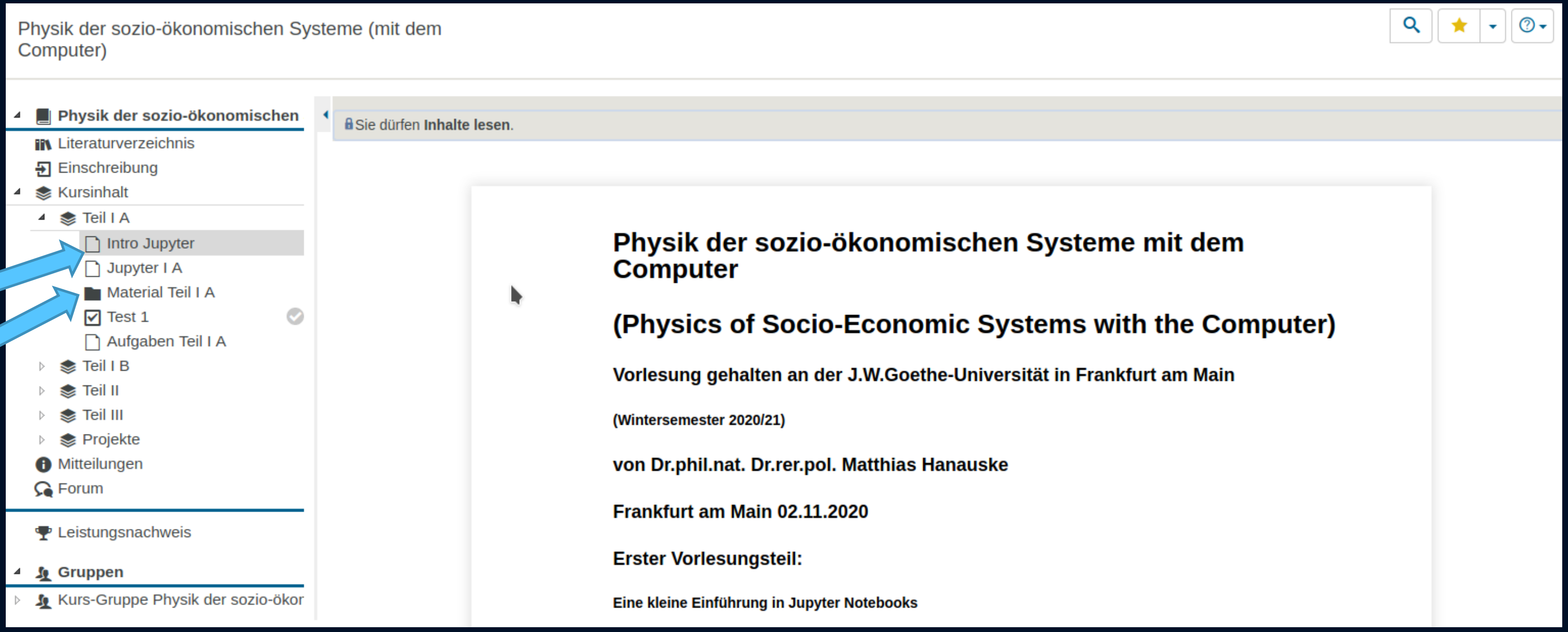
Augrund der Corona Krise findet die Vorlesung und die Übungstermine in diesem Semester nur Online statt (näheres siehe HIER.

Diese Vorlesung gibt eine Einführung in das interdisziplinäre Forschungsfeld der *Physik sozio-ökonomischer Systeme*. In sozio-ökonomischen Systemen, wie z.B. bei Finanzmärkten, sozialen Netzwerken, Verkehrssystemen oder wissenschaftliche Kooperationsnetzwerken, sind die dem System zugrunde liegenden Akteure ständigen Entscheidungssituationen ausgesetzt, wobei der Erfolg und die Auswirkung der individuell gewählten Strategie von den Entscheidungen der anderen beteiligten Akteuren abhängt. Die (evolutionäre) Spieltheorie und die Physik komplexer Netzwerke stellen die beiden Grundsäulen der theoretischen Beschreibung und mathematischen Formulierung solcher Systeme dar. Im ersten Teil des Kurses werden die grundlegenden Konzepte der Spieltheorie thematisiert und die Studierenden erlernen, unter Verwendung von Python Jupyter Notebooks (eine Open-Source, web-basierte interaktive Programmierumgebung) und Computeralgebra-Systemen (wie z.B. Maple und Mathematica), deren Anwendung auf diverse Spielklassen. Neben den simultanen Zweipersonen-Spielen wird auch auf die

Die OLAT Seite

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



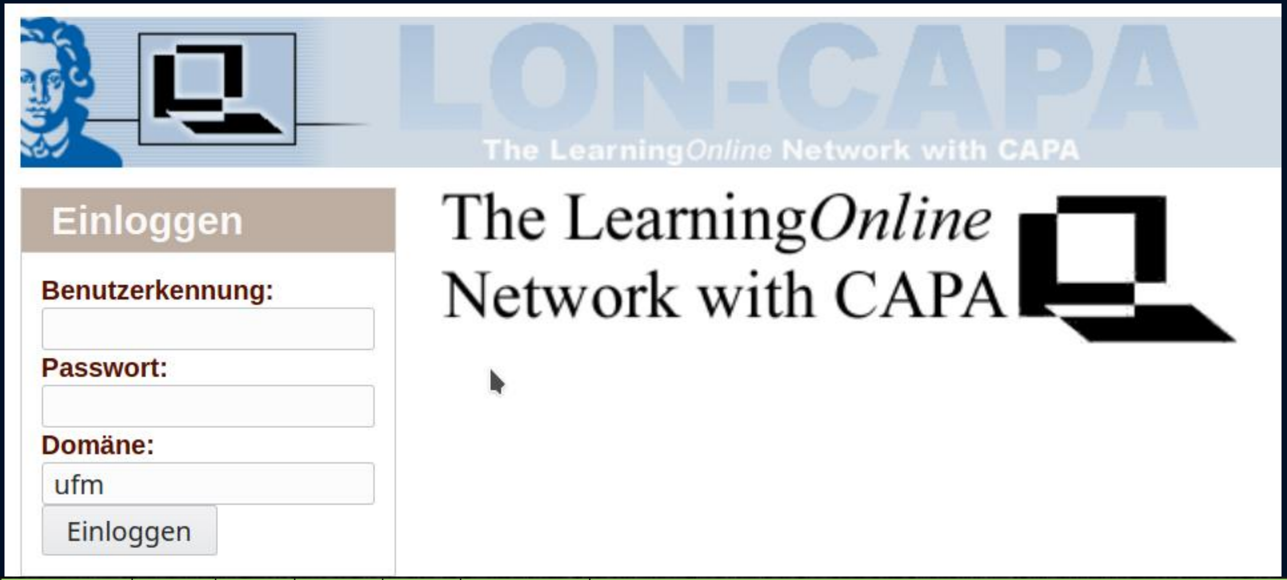


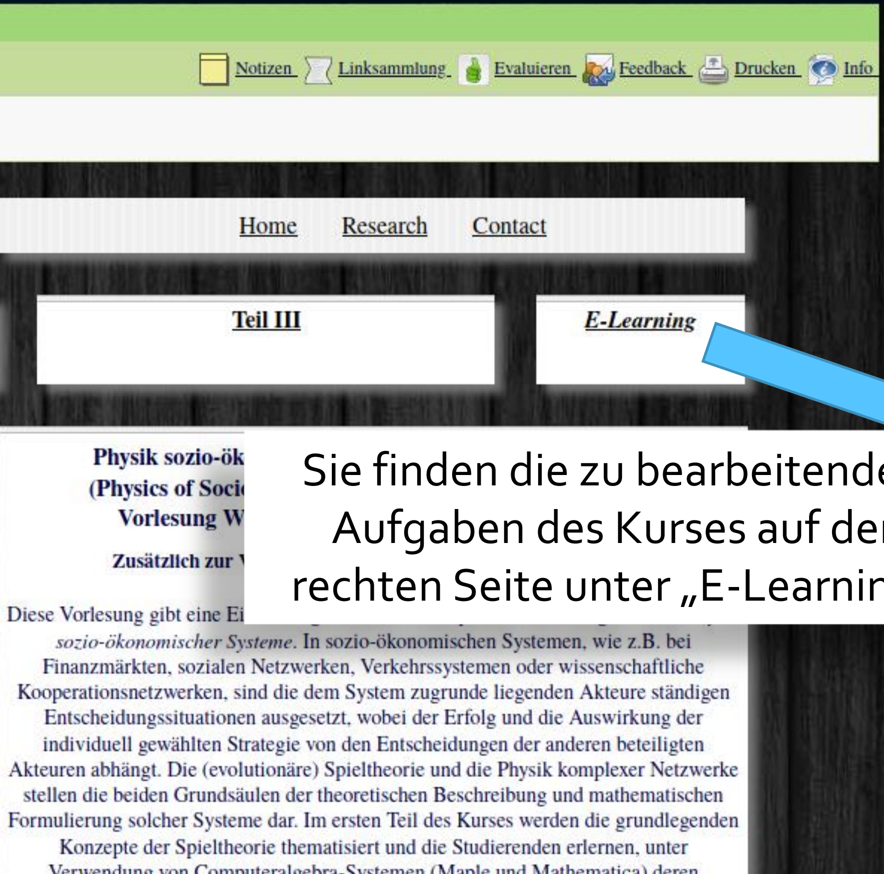
Auf der OLAT Seite des Kurses finden Sie die Jupyter Notebooks zum Ansehen und zum herunterladen

Die LON-CAPA Seite

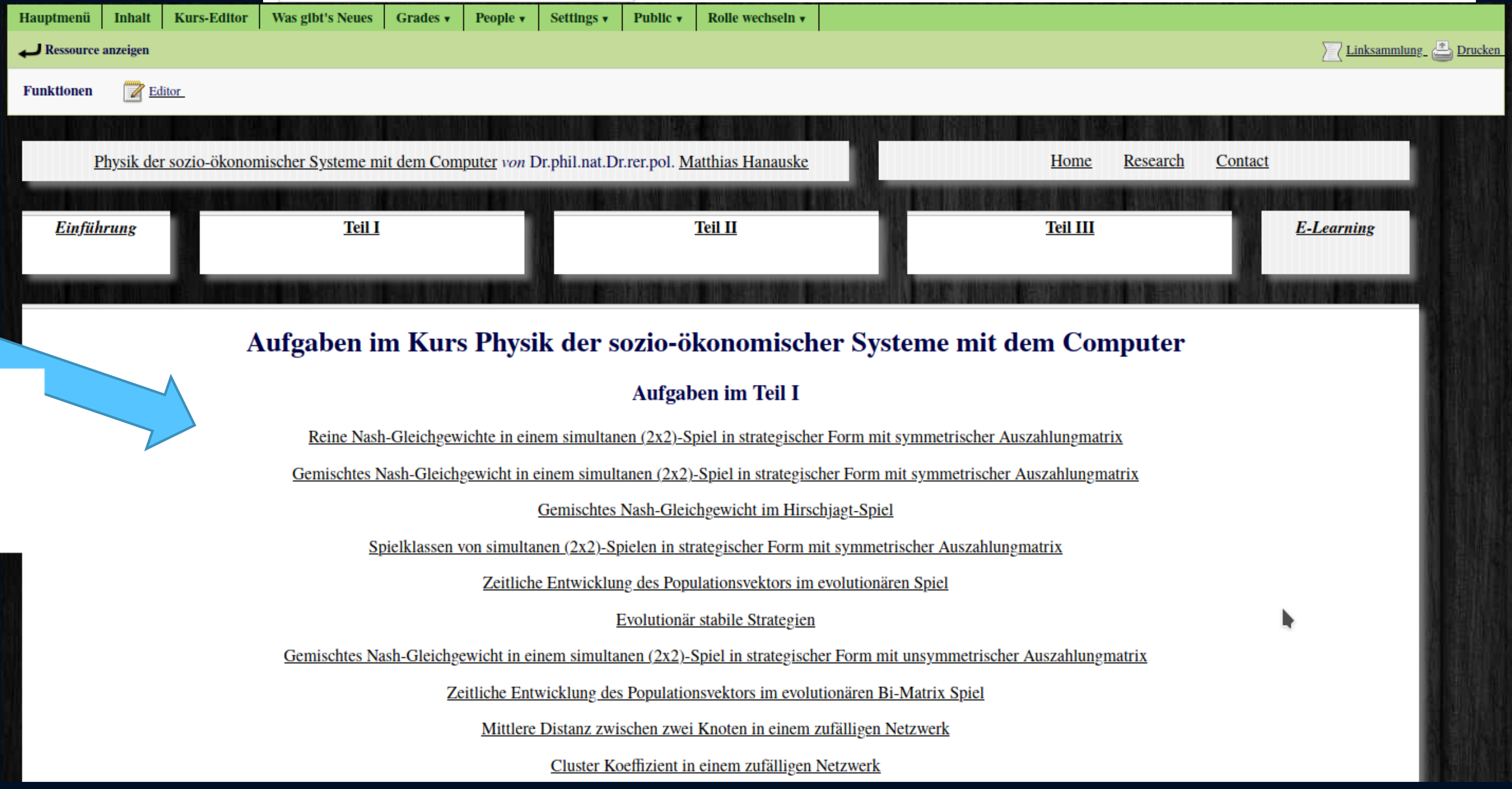
http://lon-capa.server.uni-frankfurt.de/

Sie können sich auf der LON-CAPA Seite mit Ihren HRZ-Account (s…-Nummer) einloggen.





Sie finden die zu bearbeitenden Aufgaben des Kurses auf der rechten Seite unter „E-Learning“



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! Bitte senden Sie hierfür eine e-mail an:

hanauske@itp.uni-frankfurt.de
Betreff: Login ITP
Name: ...
Goethe-HRZ Nummer: s....

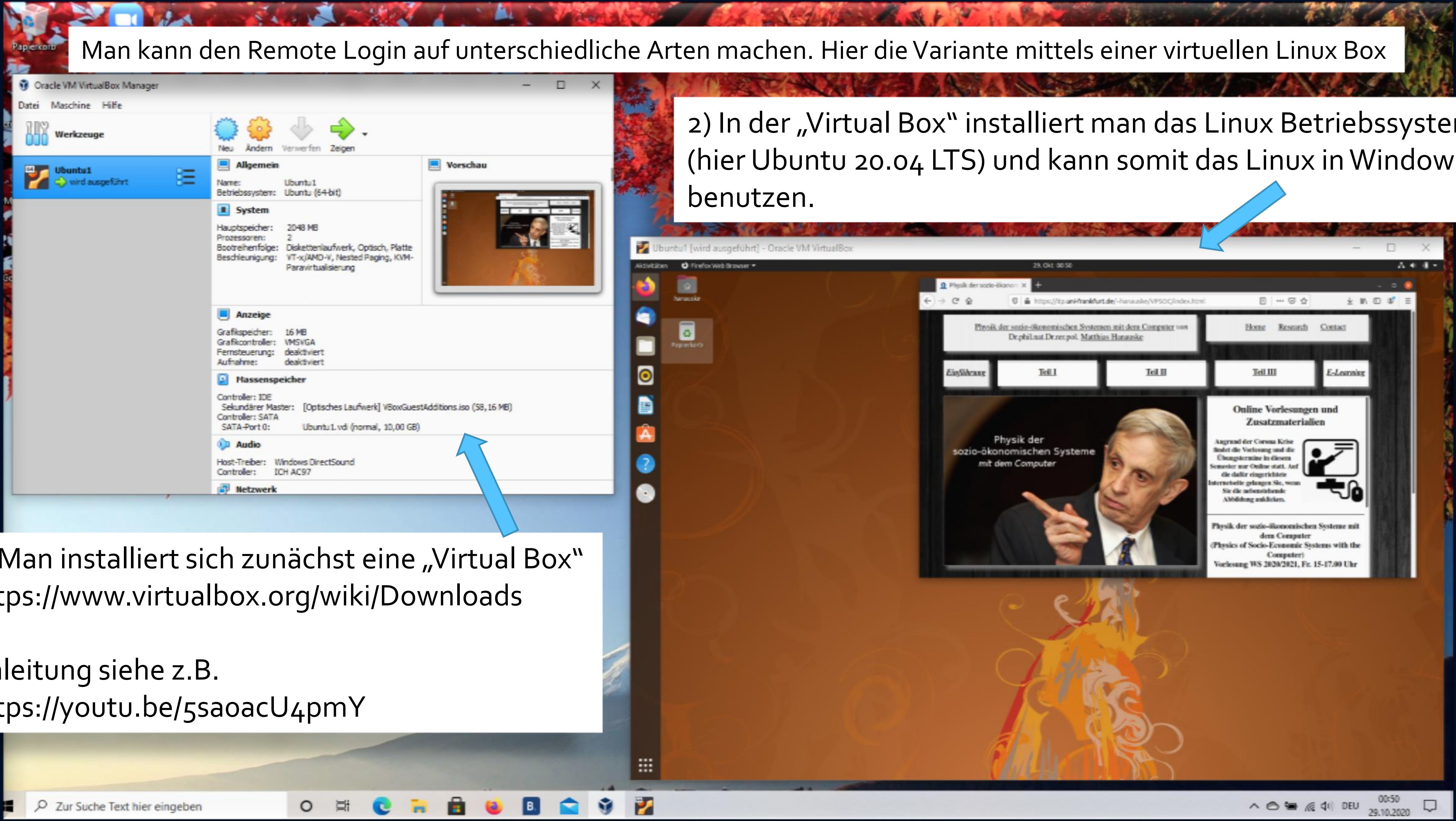
Der Account für die Rechner des ITP wird Ihnen dann per E-Mail gesendet, falls nicht, dann melden Sie sich bitte. Mittels eines *Remote Login* können Sie sich durch einen Fernzugriff auf den Desktop des Servers des ITP verbinden und Anwendungsprogramme (z.B. Maple oder Mathematica) oder Simulationsprogramme (z.B. C++, Python, Jupyter Notebooks) ausführen und auf Ihrem Computer darstellen.

Auf der Internetseite der Vorlesung 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-Account 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/

Remote Login von anderen Betriebssystemen (z.B. Windows)

Man kann den Remote Login auf unterschiedliche Arten machen. Hier die Variante mittels einer virtuellen Linux Box



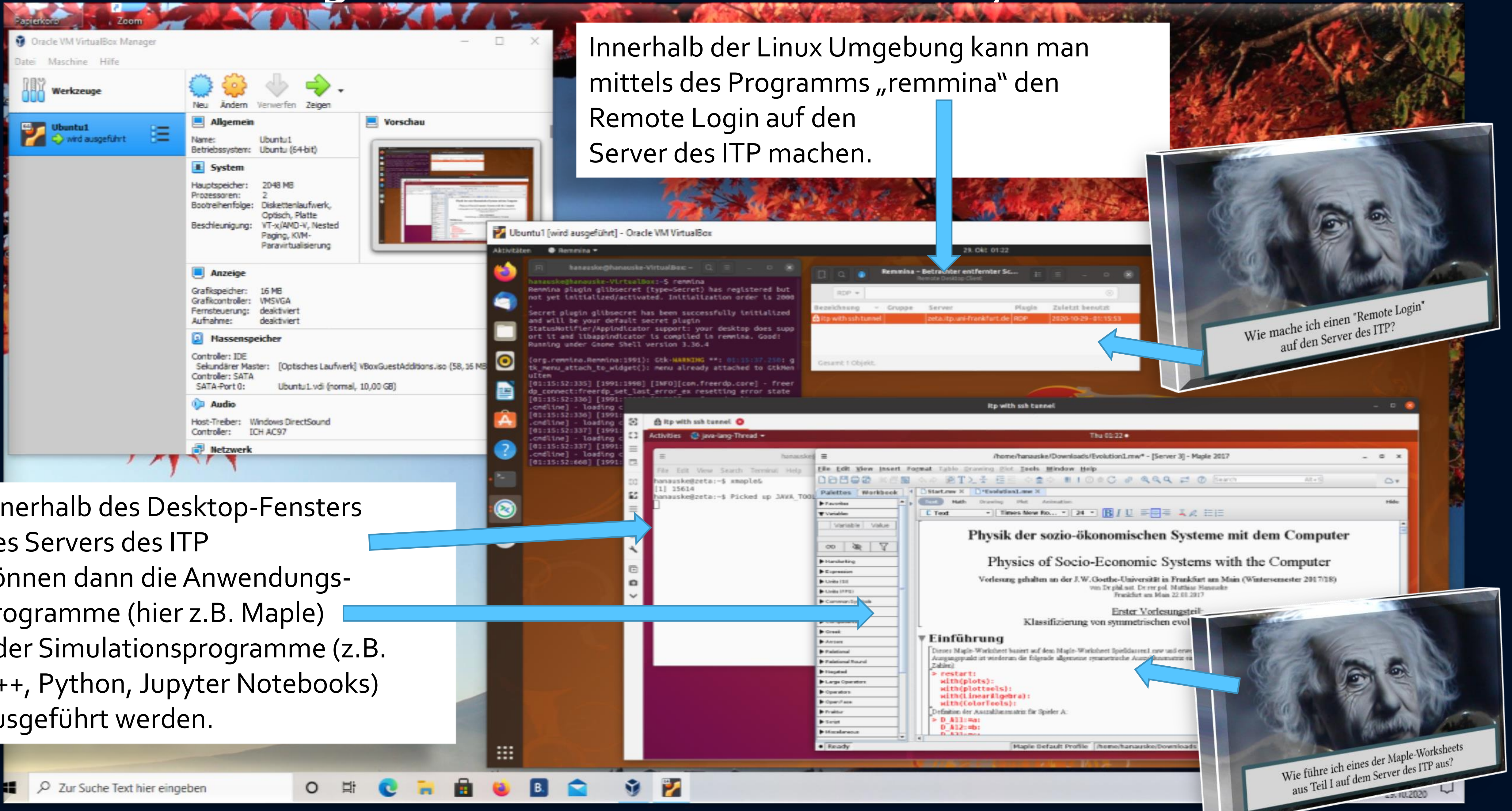
2) In der „Virtual Box" installiert man das Linux Betriebssystem (hier Ubuntu 20.04 LTS) und kann somit das Linux in Windows benutzen.

1) Man installiert sich zunächst eine „Virtual Box"
https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads

Anleitung siehe z.B.
https://youtu.be/5saoacU4pmY

Remote Login von anderen Betriebssystemen (z.B. Windows)

Innerhalb der Linux Umgebung kann man mittels des Programms „remmina“ den Remote Login auf den Server des ITP machen.

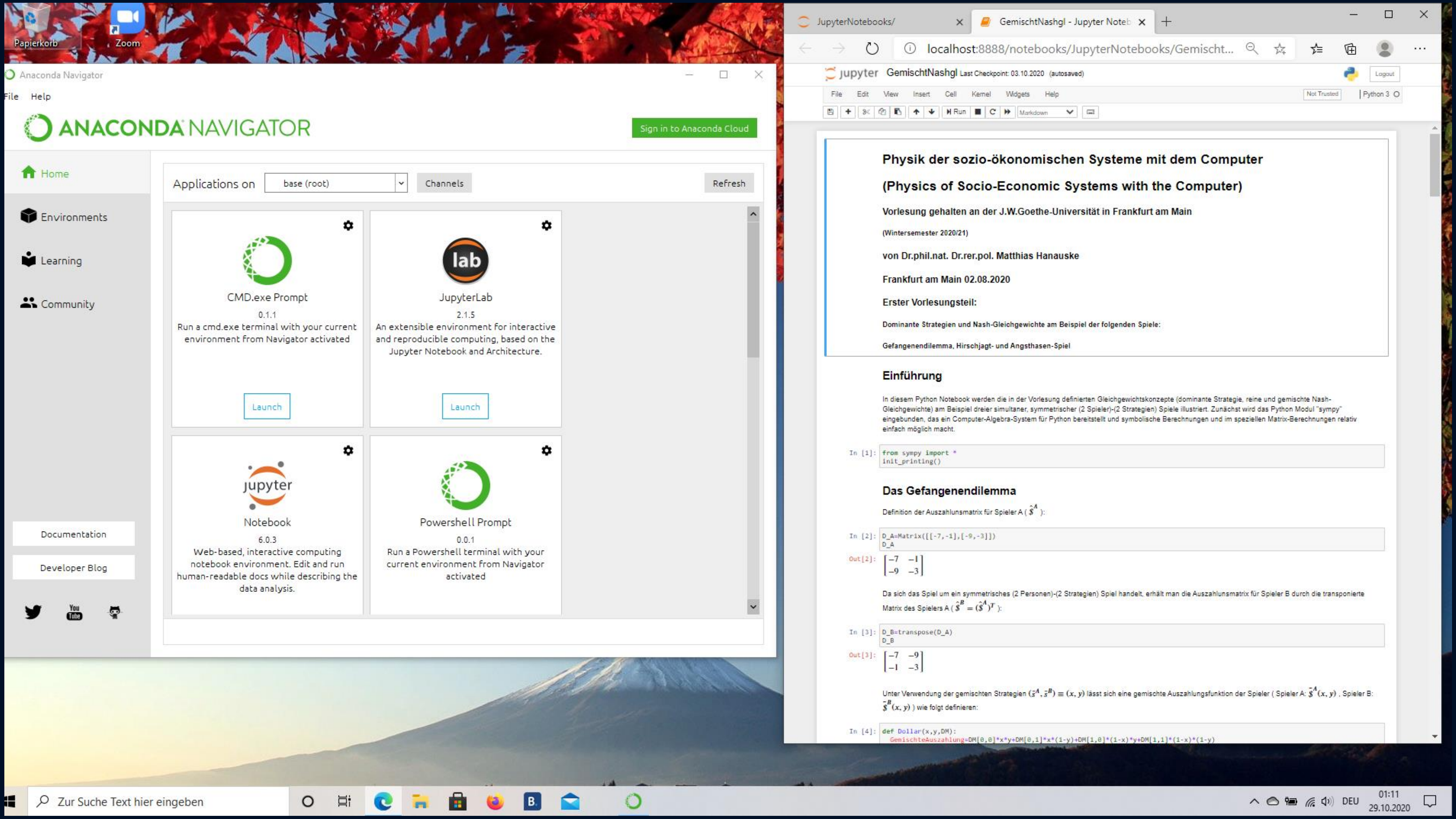


Innerhalb des Desktop-Fensters des Servers des ITP können dann die Anwendungs-programme (hier z.B. Maple) oder Simulationsprogramme (z.B. C++, Python, Jupyter Notebooks) ausgeführt werden.

Installation von Jupyter

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

Unter Windows kann man Jupyter recht einfach mittel Anaconda installieren



Inhalte der Vorlesung

SPIELTHEORIE

EVOLUTIONÄRE SPIELTHEORIE

KOMPLEXE NETZWERKE

EVOLUTIONÄRE SPIELTHEORIE AUF KOMPLEXEN NETZWERKEN

VIRUSAUSBREITUNG 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)

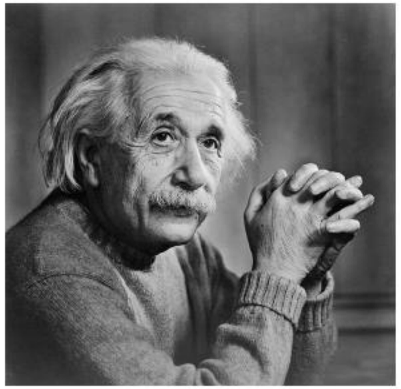




Figure: Johann von Neumann, Albert Einstein und John Forbes Nash Jr.

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)

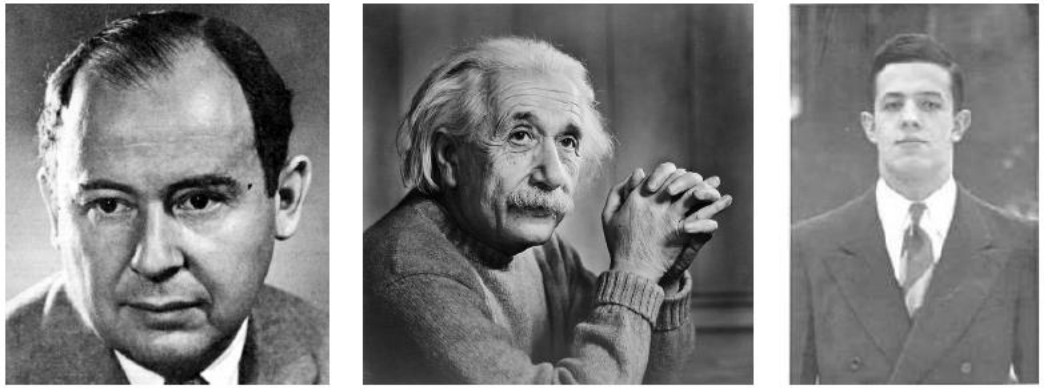


Figure: Johann von Neumann, Albert Einstein und John Forbes Nash Jr.

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)

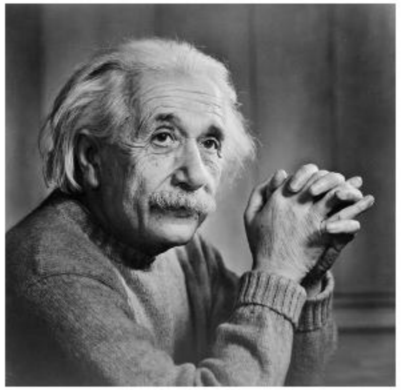


Figure: Johann von Neumann, Albert Einstein und John Forbes Nash Jr.

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

Online Vorlesungen und Zusatzmaterialien

Augrund der Corona Krise findet die Vorlesung und die Übungstermine in diesem Semester nur Online statt. Auf die dafür eingerichtete Internetseite gelangen Sie, wenn Sie die nebenstehende Abbildung anklicken.

Physik der sozio-ökonomischen Systeme mit dem Computer
(Physics of Socio-Economic Systems with the Computer)
Vorlesung WS 2020/2021, Fr. 15-17.00 Uhr

Augrund der Corona Krise findet die Vorlesung und die Übungstermine in diesem Semester nur Online statt (näheres siehe HIER.

Diese Vorlesung gibt eine Einführung in das interdisziplinäre Forschungsfeld der *Physik sozio-ökonomischer Systeme*. In sozio-ökonomischen Systemen, wie z.B. bei Finanzmärkten, sozialen Netzwerken, Verkehrssystemen oder wissenschaftliche Kooperationsnetzwerken, sind die dem System zugrunde liegenden Akteure ständigen Entscheidungssituationen ausgesetzt, wobei der Erfolg und die Auswirkung der individuell gewählten Strategie von den Entscheidungen der anderen beteiligten Akteuren abhängt. Die (evolutionäre) Spieltheorie und die Physik komplexer Netzwerke stellen die beiden Grundsäulen der theoretischen Beschreibung und mathematischen Formulierung solcher Systeme dar. Im ersten Teil des Kurses werden die grundlegenden Konzepte der Spieltheorie thematisiert und die Studierenden erlernen, unter Verwendung von Python Jupyter Notebooks (eine Open-Source, web-basierte interaktive Programmierumgebung) und Computeralgebra-Systemen (wie z.B. Maple und Mathematica), deren Anwendung auf diverse Spielklassen. Neben den simultanen Zweipersonen-Spielen wird auch auf die

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: $\mathcal{I} = \{1, 2, \dots, N\}$
  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: $\mathcal{S} = \mathcal{S}^1 \times \mathcal{S}^2 \times \dots \times \mathcal{S}^N$
  Jeder Spieler $\mu \in \mathcal{I}$ besitzt eine eigene Menge an reinen Strategien $\mathcal{S}^\mu = \{s_1^\mu, s_2^\mu, \dots, s_{m_\mu}^\mu\}$, wobei jede dieser m_μ Strategien eine für ihn mögliche Entscheidung darstellt.
- Präferenzordnungen der Spieler, quantifiziert durch eine vektorwertige Auszahlungsfunktion:
  $\$ = \left(\$^1, \$^2, \dots, \$^N\right) : \mathcal{S} \to \mathbb{R}^N$
  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

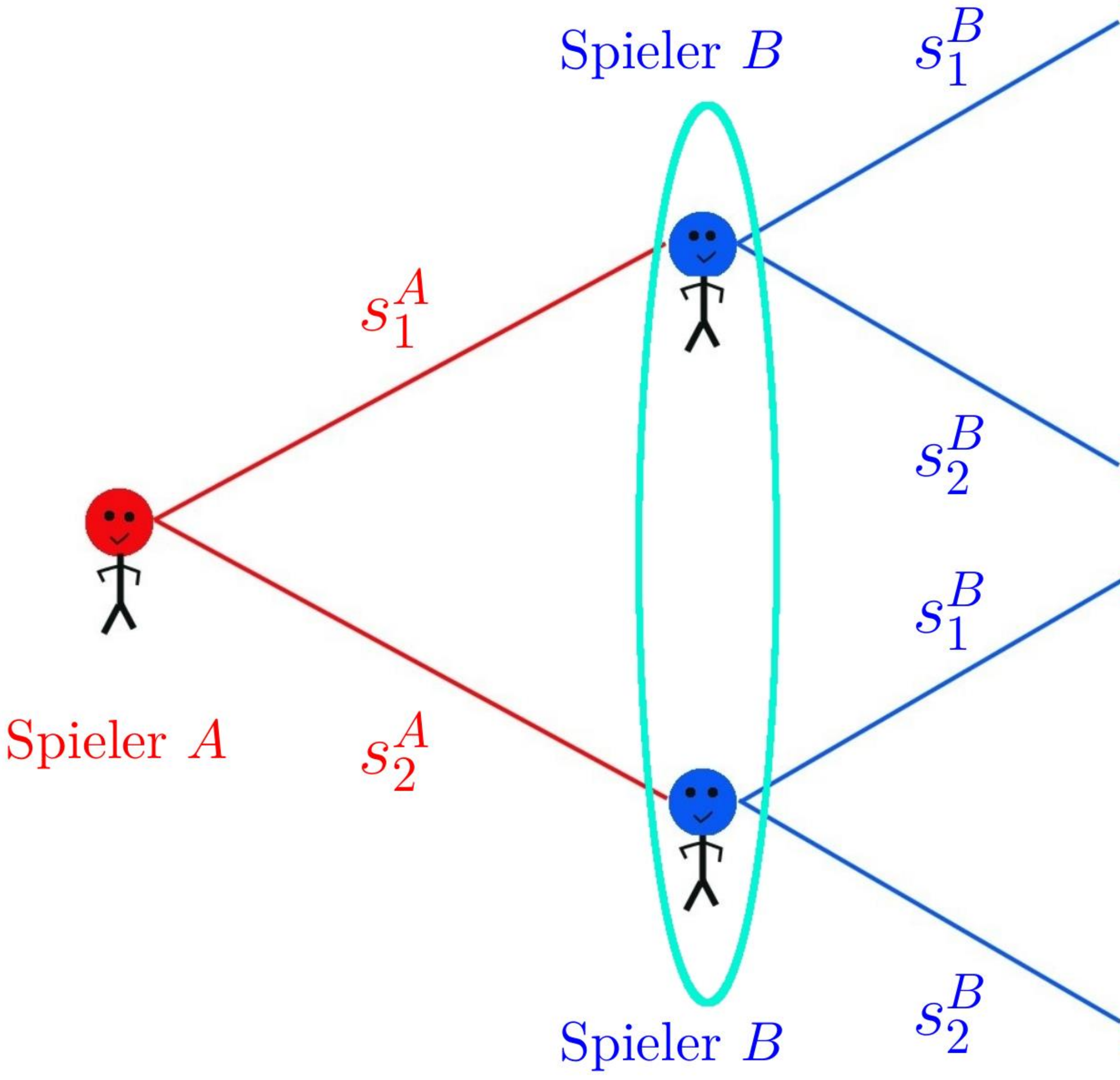
Definition des Spiels:

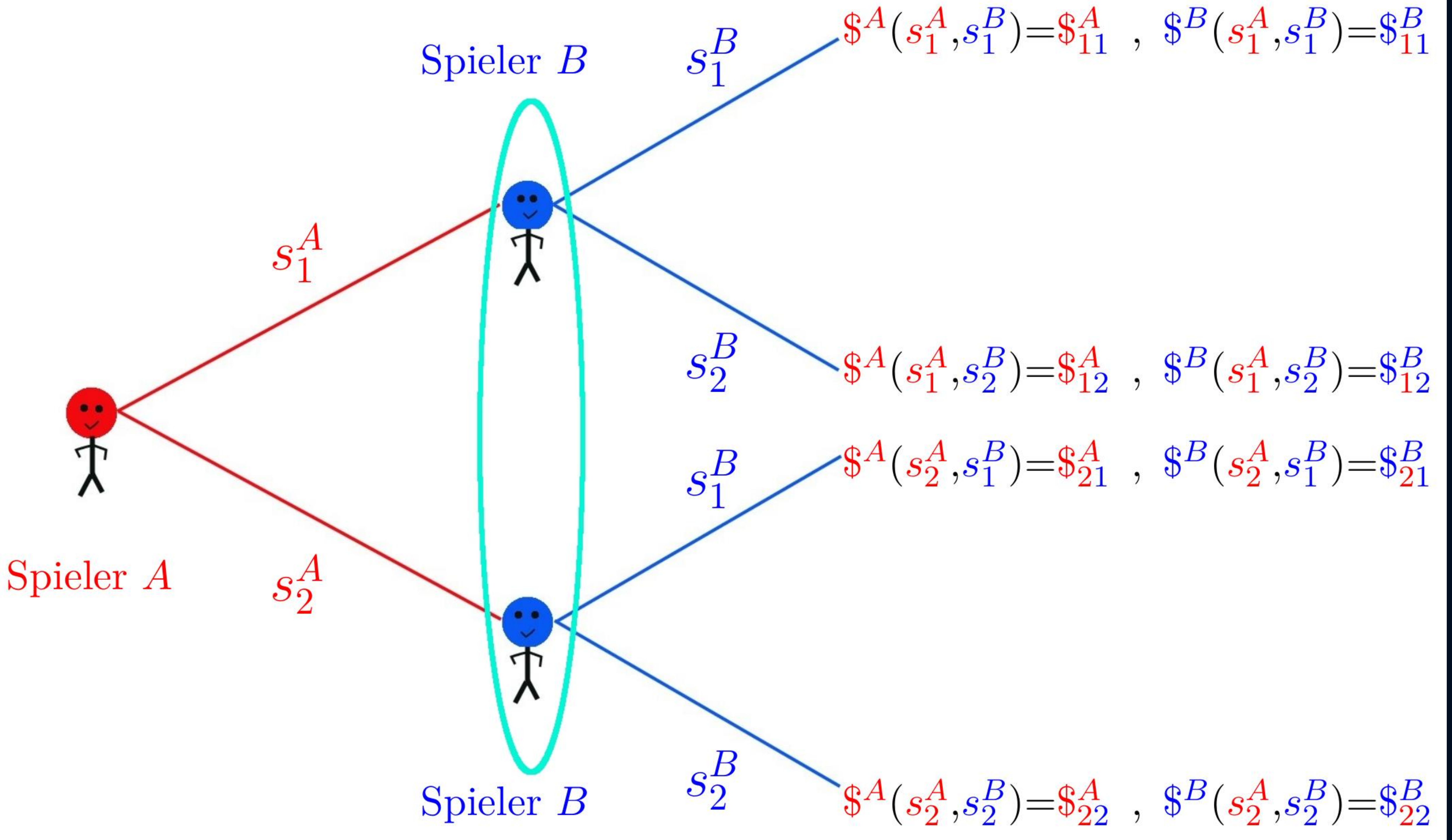
Menge der Spieler: A und B

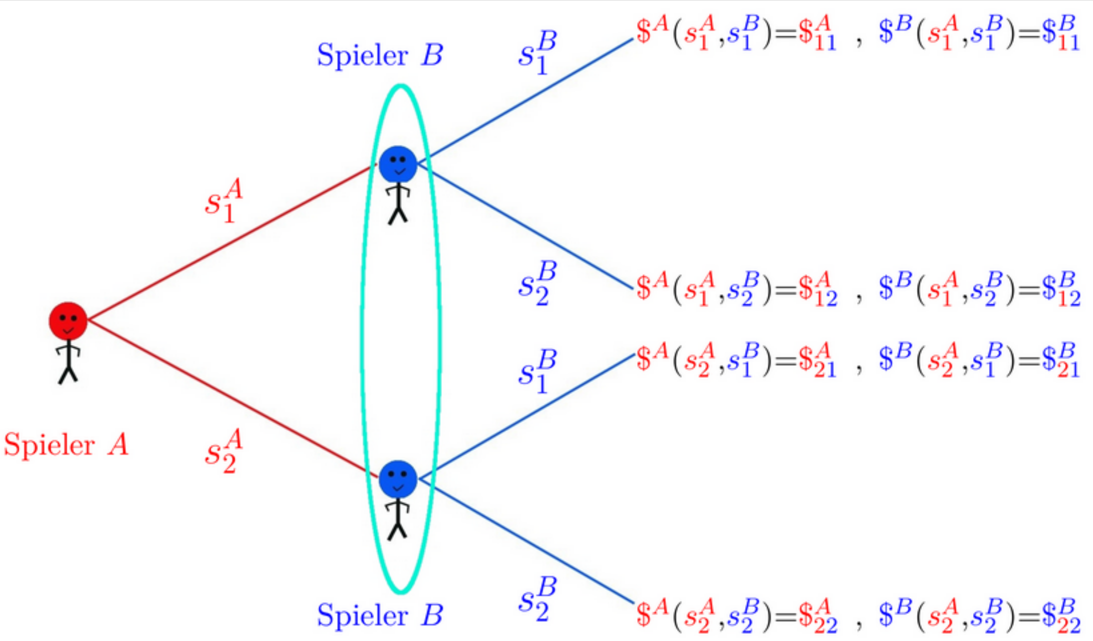
Menge der Strategien: 1 und 2

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
$\$^A(s_2^A,s_2^B)=\$_{22}^A$, $\$^B(s_2^A,s_2^B)=\$_{22}^B$



Spielbaum eines (2 Personen)-(2 Strategien) Spiels mit den Auszahlungsfunktionen für Spieler A ($\$^A$) und Spieler B ($\$^B$).

Die nebenstehende Abbildung stellt den Spielbaum eines simultanen (2 Personen)-(2 Strategien) Spiels dar. Beide Spieler (Spieler A und Spieler B) treffen die Entscheidung, welche der beiden reinen Strategien (s_1 und s_2) sie auszuwählen gedenken, zur gleichen Zeit, d.h. beim Zeitpunkt der Entscheidung wissen beide Spieler nicht, welche der Strategien der andere Spieler auswählt. $\$^\mu$ (mit $\mu = A,\ B$) bezeichnet die Auszahlung, welche den Spielern nach Bekanntgabe ihrer Entscheidung ausgezahlt wird. Die Auszahlungen der vier möglichen Strategienkombinationen werden im folgenden durch die Auszahlungsmatrizen $\hat{\$}^\mu$ angegeben. Die oben angegebene Definition vereinfacht sich in einem solchen (2×2) Spiel somit wie folgt:

(2×2) Spiel:

$$\Gamma := \left(\{A, B\}\, , \mathcal{S}^A \times \mathcal{S}^B, (\hat{\$}^A, \hat{\$}^B) \right)$$

Menge der reinen Strategien des Spielers A und B:

$$\mathcal{S}^A = \{s_1^A, s_2^A\}\ ,\ \mathcal{S}^B = \{s_1^B, s_2^B\}$$

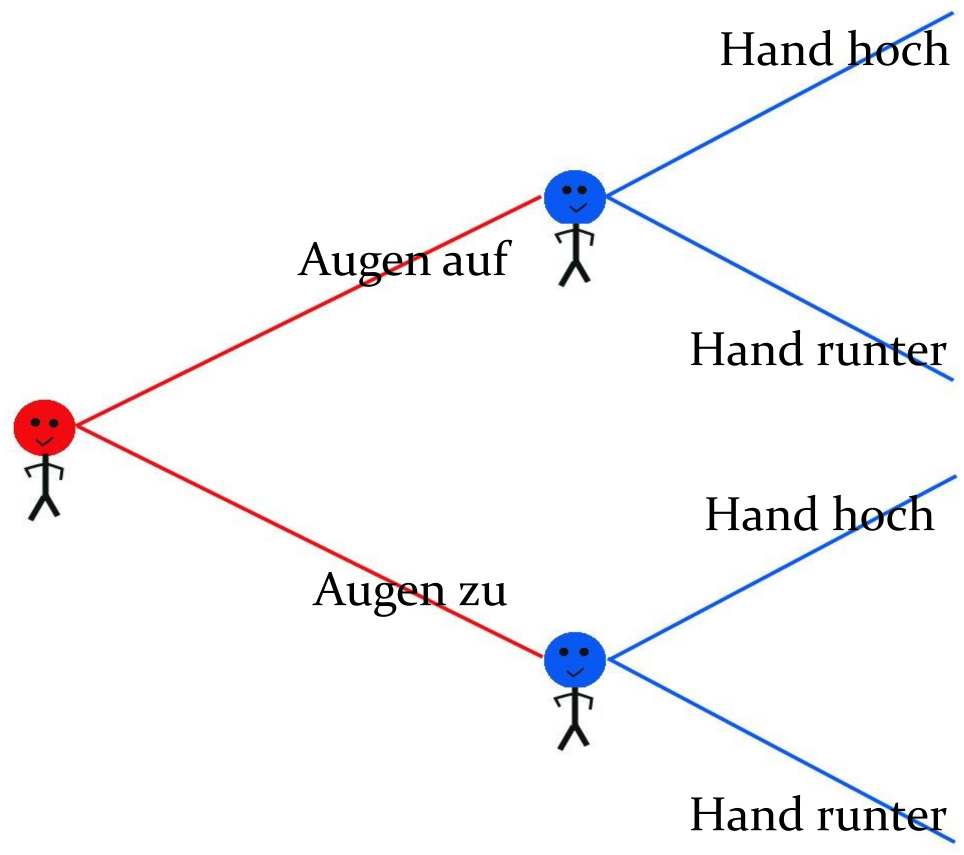
Auszahlungsmatrix der Spieler A und B:

$$\hat{\$}^A = \begin{pmatrix} \$^A_{11} & \$^A_{12} \\ \$^A_{21} & \$^A_{22} \end{pmatrix},\ \hat{\$}^B = \begin{pmatrix} \$^B_{11} & \$^B_{12} \\ \$^B_{21} & \$^B_{22} \end{pmatrix}$$

Die nebenstehende Abbildung zeigt den Spielbaum eines simultanen (2 Personen)-(2 Strategien) Spiels. Die ovale, türkisene Linie visualisiert den simultanen Charakter des Spiels; ohne diese, wäre der Spielablauf ein sequentieller und Spieler B wüste schon wie sich Spieler A entschieden hätte, bevor er seine Entscheidung trifft. Die vier möglichen Ausgänge des Spiels sind mit unterschiedlichen

Einfaches Beispiel

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



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

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

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:

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

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

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

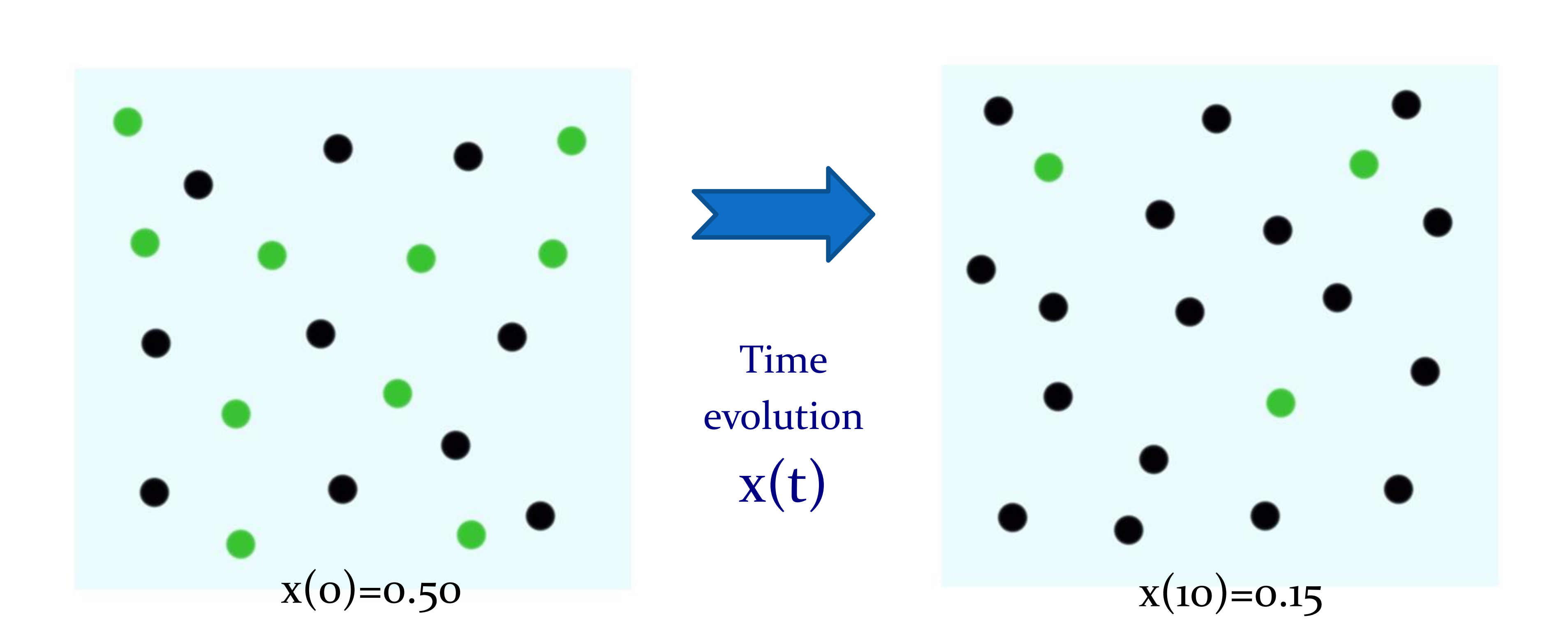
$\$^1(\text{Augen zu, Hand hoch}) = 0$

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

Auszahlungsfunktion des 2. Spielers wie 1.

Evolutionäre Spieltheorie

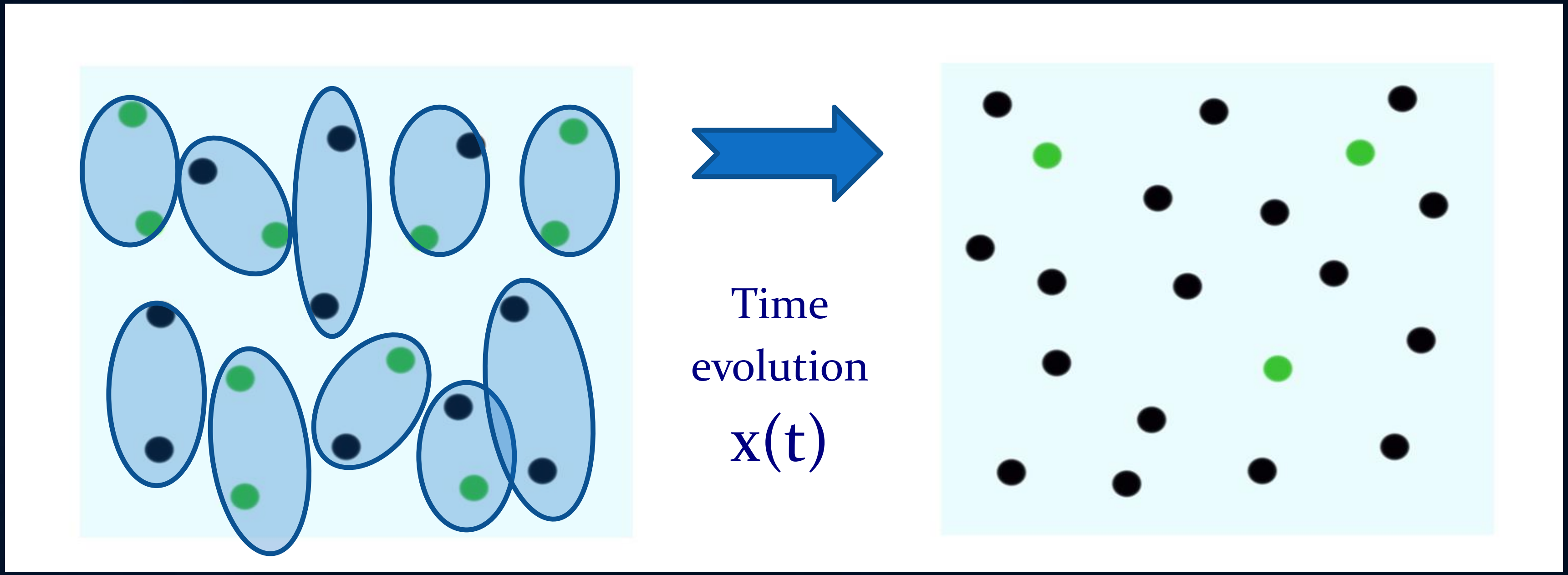
Evolutionary game theory describes the dynamical evolution of the strategic behavior of an entire population of players.



Strategien der Spieler: (Grün , Schwarz)
x(t) : Anteil der Spieler die die Strategie „Grün“ zur Zeit t spielen.

Evolutionäre Spieltheorie

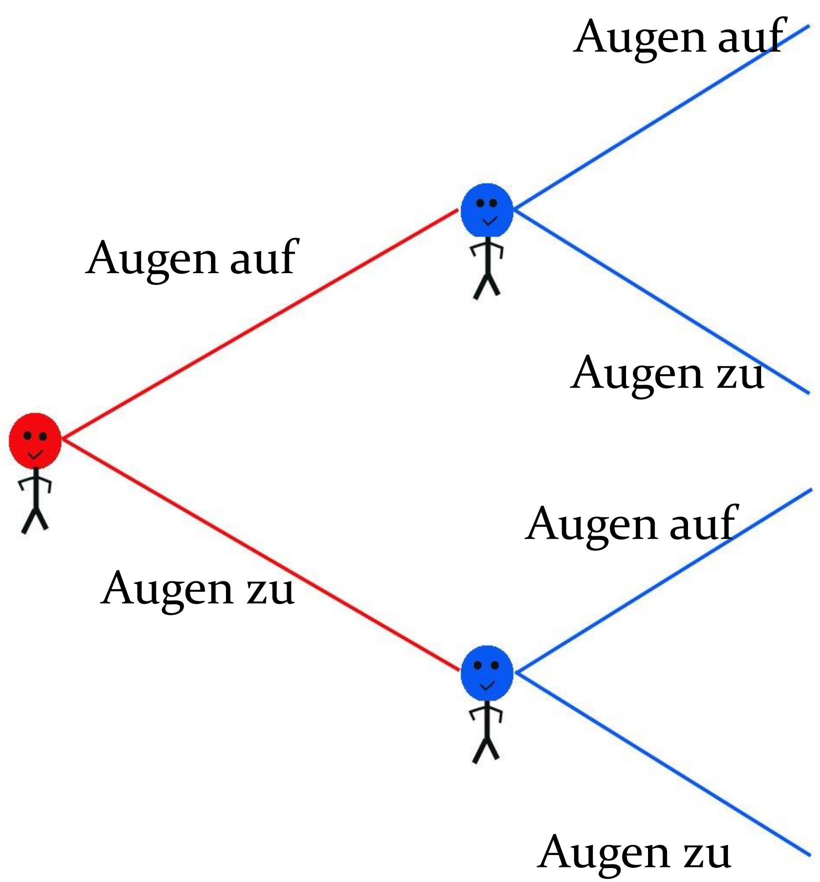
The individual actors within the considered population play a continuous repetition of the game with each other.



In each time step, two players meet randomly to play the game, they receive their payoffs and then move to the next game partner to play the same game in the next time step.

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)



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

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

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

Strategienmenge des 1-ten Spielers (Alice):

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

Strategienmenge des 2-ten Spielers:

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

Auszahlungsfunktion des 1. und 2. Spielers:

$\$^1 : \mathrm{S}^1 \times \mathrm{S}^2 \rightarrow \Re$ und $\$^2 : \mathrm{S}^1 \times \mathrm{S}^2 \rightarrow \Re$ mit

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

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

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

$\$^1(\text{Az, Az}) = 1$ und $\$^2(\text{Az, Az}) = 1$

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 Kammera 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 Studenten 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)

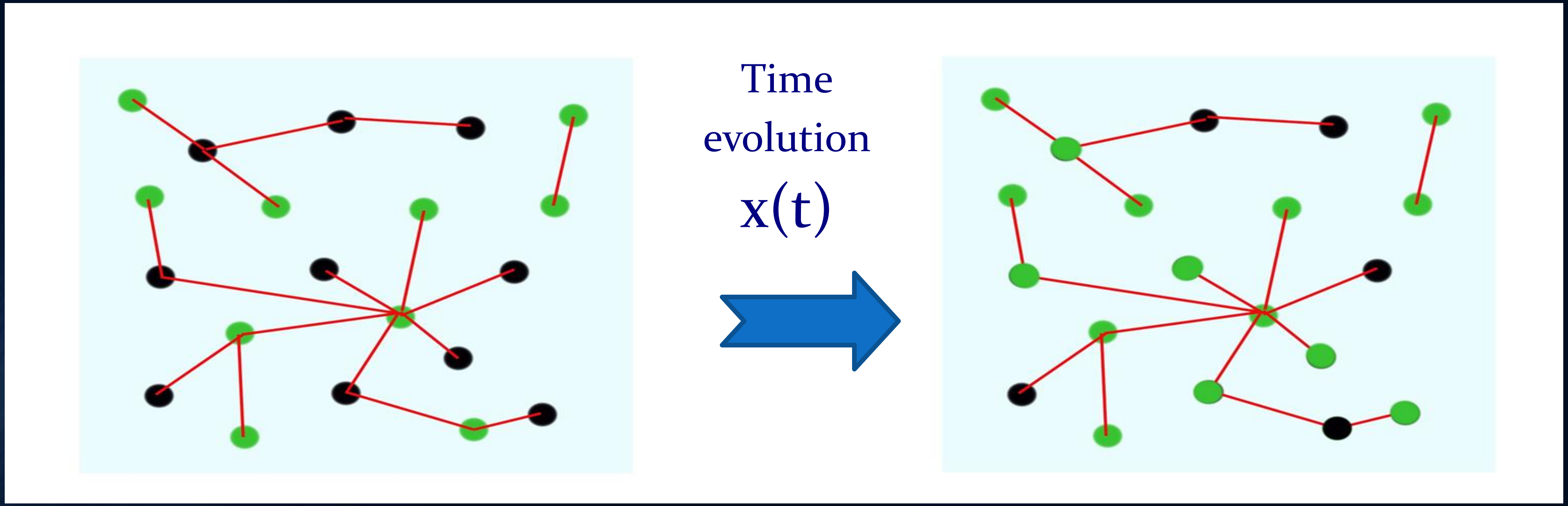
Spieler B Spieler A	Strategie 1 Ohne Kugel	Strategie 2 Mit Kugel
Strategie 1 Ohne Kugel	(0 , 0)	(2 , -1)
Strategie 2 Mit Kugel	(-1 , 2)	(1 , 1)

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)

Komplexe Netzwerke (Teil II)

In reality, the connections between the actors of biological and socio-economic systems often show non-trivial topological features. The population of the system can have group dependent sub-structures, clustering properties and the topology of underlying complex network can show simple random, small world or scale free properties. Such network properties are not implemented within classical evolutionary game theory.



Strategies of each node (of each player): (green , black)

x(t) : Fraction of player with strategy „green“ as a function of time t

Red lines indicate the connections to potential game partners

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

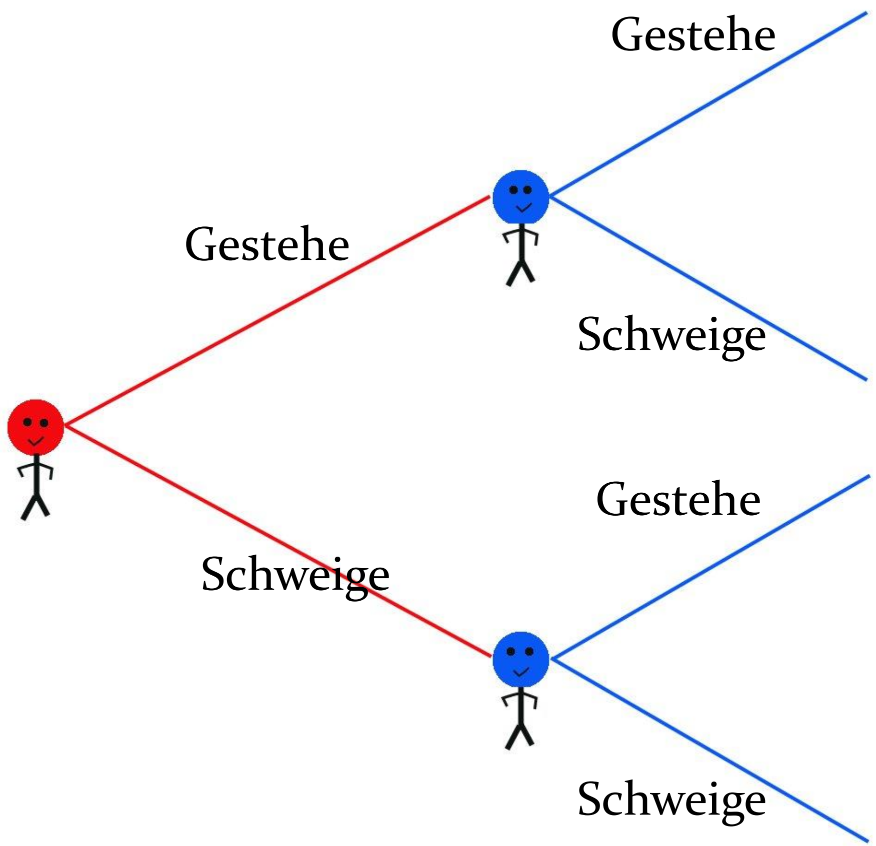
SOE 2.1	Mon	9:30–10:15	H44	Don't panic! - The physics of pedestrian dynamics and evacuation processes — •Andreas Schadschneider
SOE 7.1	Tue	9:30–10:00	H44	Humans playing spatial games — •Arne Traulsen
SOE 12.1	Wed	9:30–10:15	H44	The hidden complexity of open source software — •Frank Schweitzer
SOE 17.1	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 Gefangenendilemma

	G	S
G	(-7 , -7)	(-1 , -9)
S	(-9 , -1)	(-3 , -3)



Bonnie und Clyde werden nach einem missglückten Banküberfall geschnappt und in verschiedenen Zellen untergebracht. Wenn beide schweigen kann der Staatsanwalt sie nur wegen verbotenen Waffenbesitzes für drei Jahre hinter Gitter bringen. Verrät jedoch einer den anderen, dann bekommt der Geständige als Zeuge der Anklage nur für ein Jahr hinter Gitter – der Nichtgeständige muss dann aber für neun Jahre ins Gefängnis. Gestehen beide, so müssen sie sieben Jahre absitzen.

Das Nash-Gleichgewicht

Ein Nash-Gleichgewicht ist eine Strategienkombination, von der aus kein Spieler einen Vorteil erhalten würde, wenn er von seiner Strategie abweicht. Die Spieler würden keine größere Auszahlung erhalten.

Es gibt ein Nash-Gleichgewicht in diesem Spiel:

Strategienkombination:
(Aa , Hh)=(Augen auf , Hand hoch)

	$s_1^2 \triangleq Hh$	$s_1^2 \triangleq Hr$
$s_1^1 \triangleq Aa$	$(10\ ,\ 10)$	$(0\ ,\ 0)$
$s_2^1 \triangleq Az$	$(0\ ,\ 0)$	$(0\ ,\ 0)$

Das Nash-Gleichgewicht im Gefangenendilemma

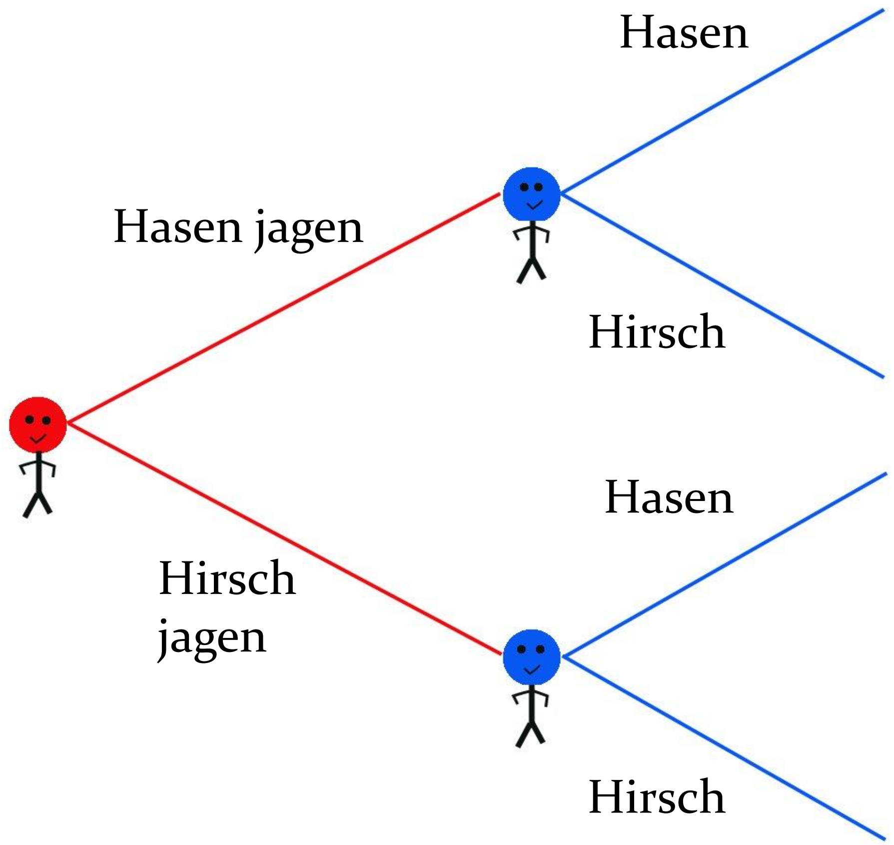
	Spieler B **Gestehe**	Spieler B **Gestehe nicht**
Spieler A **Gestehe**	(-7 , -7)	(-1 , -9)
Spieler A **Gestehe nicht**	(-9 , -1)	(-3 , -3)

Das Nash-Gleichgewicht im Gefangenendilemma ist eine Dominante Strategie

	Spieler B **Gestehe**	Spieler B **Gestehe nicht**
Spieler A **Gestehe**	(-7 , -7)	(-1 , -9)
Spieler A **Gestehe nicht**	(-9 , -1)	(-3 , -3)

Rousseaus Hirschjagd - Spiel

	Hasen	Hirsch
Hasen	(2 , 2)	(4 , 0)
Hirsch	(0 , 4)	(5 , 5)



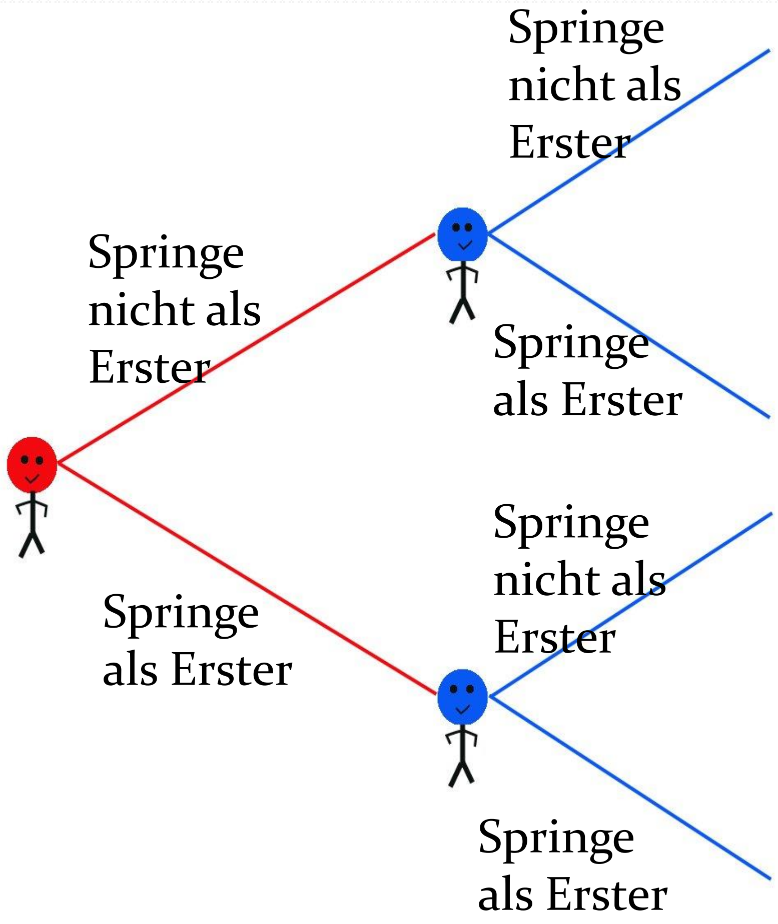
Zwei Jägern ist es im Laufe der Jagd gelungen einen Hirsch und vier Hasen einzukreisen. Die Jäger stehen nun vor der Entscheidung die Hasen entkommen zu lassen und gemeinsam den Hirsch zu erlegen oder sofort das Feuer auf die Hasen zu eröffnen. Entscheiden sich beide dafür den Hirsch zu erlegen, dann hat der Hirsch keine Chance. Einen Hirsch kann man für 10 Goldmünzen verkaufen. Entscheiden sich beide für die Hasenjagd, dann erschießt jeder Jäger zwei Hasen, für die man jeweils eine Goldmünze bekommt. Entscheidet sich jedoch nur einer für die Hirschjagd, so kann der Hirsch entkommen und derjenige der sich für die Hasenjagd entschieden hat kann alle vier Hasen erlegen.

Nash-Gleichgewichte im Hirschjagd-Spiel

	Spieler B **Hasen** jagen	Spieler B **Hirsch** jagen
Spieler A **Hasen** jagen	(2 , 2)	(4 , 0)
Spieler A **Hirsch** jagen	(0 , 4)	(5 , 5)

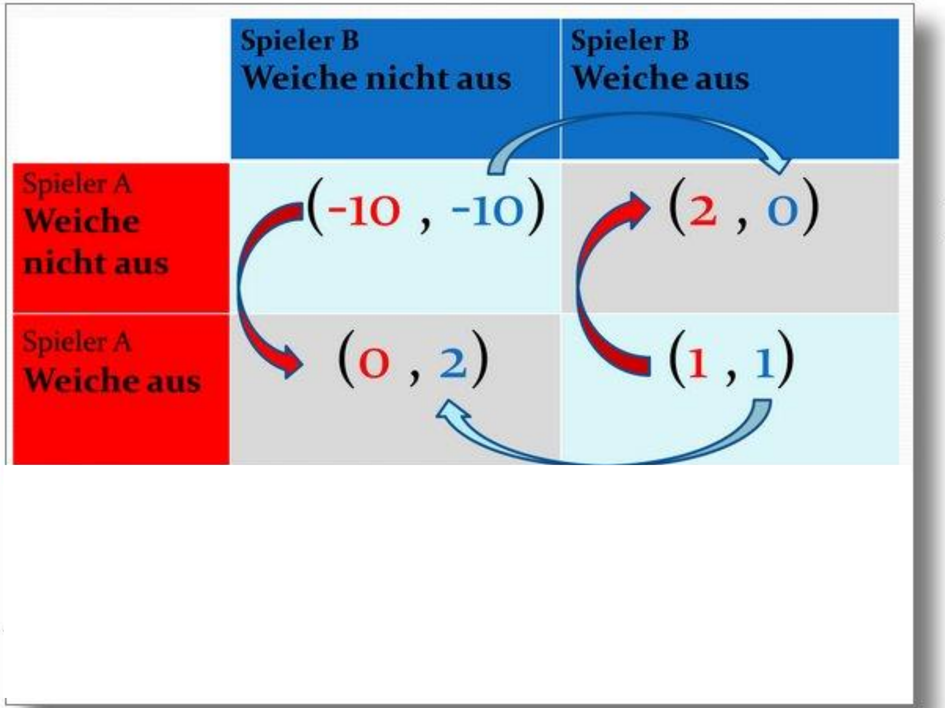
Das Angsthasen-Spiel

	Springe nicht	Springe
Springe nicht	(-1 , -1)	(2 , 0)
Springe	(0 , 2)	(1 , 1)



Basierend auf dem Film von Nicholas Ray „Denn sie wissen nicht was sie tun“ aus dem Jahre 1955 (Hauptdarsteller „James Dean“): Jimbo und sein Erzfeind Buzz machen eine Mutprobe und rasen in ihren Autos auf eine Klippe zu. Derjenige ist der Angsthase, der als erster aus seinem Auto rausspringt. Der erzielte Nutzen kann zum Beispiel wie oben angegeben quantifiziert werden.

Nash Gleichgewichte im Angsthasen Spiel



Beispiel: Das Angsthasen-Spiel (Chicken Game)

Das *Angsthasen-Spiel* ist ein simultanes (2 Personen)-(2 Strategien) Spiel und kann z.B. mittels der folgenden Geschichte illustriert werden (siehe z.B. S.16 in [2]).
"Auf einer einsamen Landstraße in Indien, bei der es nur eine geteerte Fahrbahn gibt, kommen sich zwei Autos mit hoher Geschwindigkeit entgegen. Beide Fahrer stehen nun vor der Entscheidung ob sie dem Anderen die Fahrbahn überlassen und Ausweichen oder mit hoher Geschwindigkeit weiterfahren um zu hoffen, dass der Andere ausweicht." Eine weitere Deutung des *Angsthasen-Spiel* basiert auf dem Film von Nicholas Ray "Denn sie wissen nicht was sie tun" aus dem Jahre 1955 (mit James Dean): "Jimbo und sein Erzfeind Buzz machen eine Mutprobe und rasen in ihren Autos auf eine Klippe zu. Derjenige ist der Angsthase, der als erster aus seinem Auto herrausspringt."

Ähnliche Spiele: Chicken Game, das Spiel mit dem Untergang, das Falke-Taube Spiel

Beispiel eines (2 Personen)-(3 Strategien) Spiels:

Schere-Stein-Papier

$(2-Personen)-(3-Strategien)-Spiel \quad \Gamma:$

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

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

Strategienmenge des 1-ten Spielers (Alice):

$\mathrm{S}^1 = \{\mathrm{s}_1^1, \mathrm{s}_2^1, \mathrm{s}_3^1\} = \{Stein, Schere, Papier\}$

Strategienmenge des 2-ten Spielers:

$\mathrm{S}^2 = \{\mathrm{s}_1^1, \mathrm{s}_2^1, \mathrm{s}_3^1\} = \{Stein, Schere, Papier\}$

Auszahlungsfunktion des 1. und 2. Spielers:

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

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

$\$^1(Stein, Schere) = 1$ und $\$^2(Stein, Schere) = -1$

$\$^1(Stein, Papier) = -1$ und $\$^2(Stein, Papier) = 1$

...

	Stein	Schere	Papier
Stein	(0,0)	(1,-1)	(-1,1)
Schere	(-1,1)	(0,0)	(1,-1)
Papier	(1,-1)	(-1,1)	(0,0)