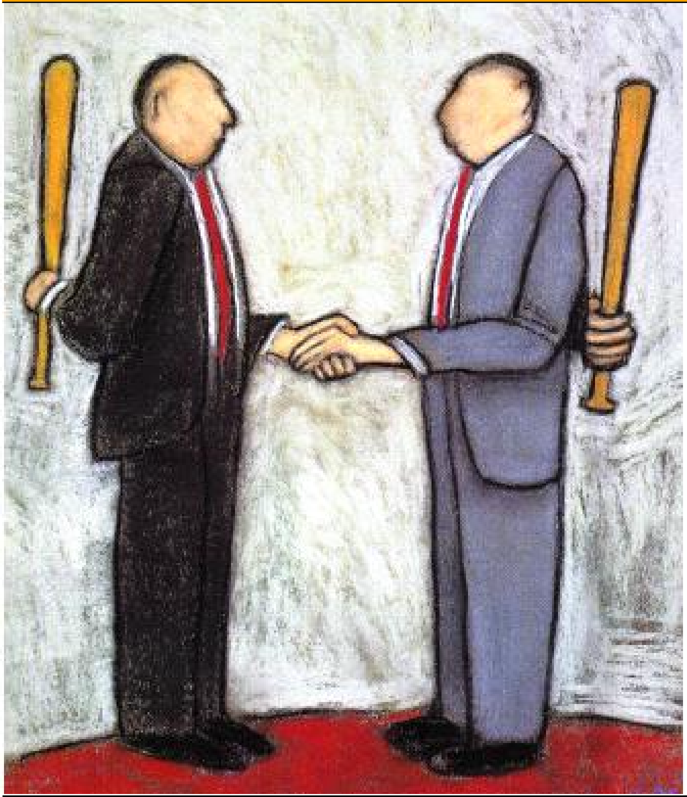
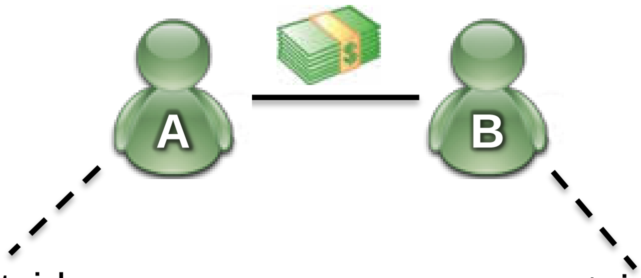
Bargaining and Power in Networks

David Easley, Jon Kleinberg: Network, Crowds, and Markets:
Reasoning about a highly connected world, 2010





Seminar Maschinelles Lernen WS 10/11

Yevgen Chebotar

15.12.2010

Gliederung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

1. Macht in Netzwerken
2. Nash Bargaining Solution
3. Ultimatum Game
4. Stabiles und ausgeglichenes Ergebnis
5. Bargaining und Spieltheorie

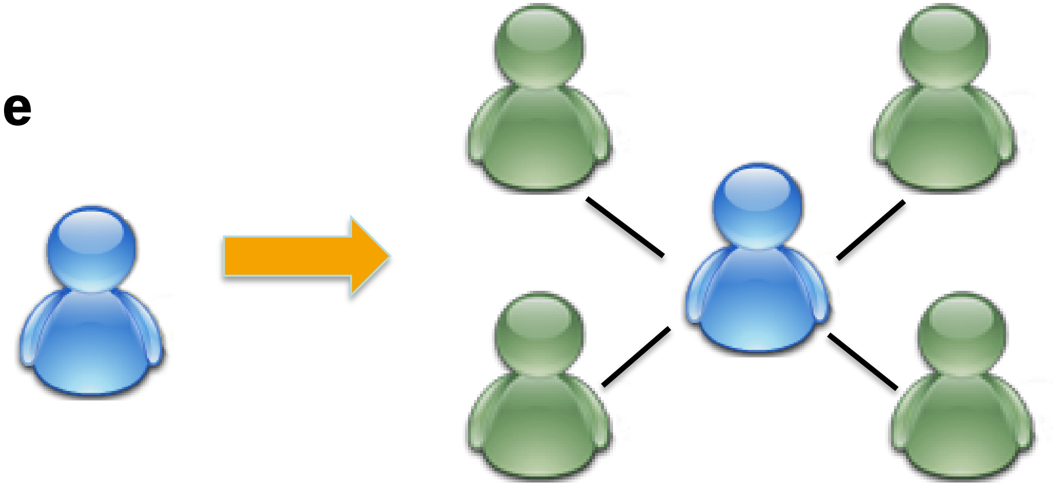
Macht in Netzwerken

Macht (Power)

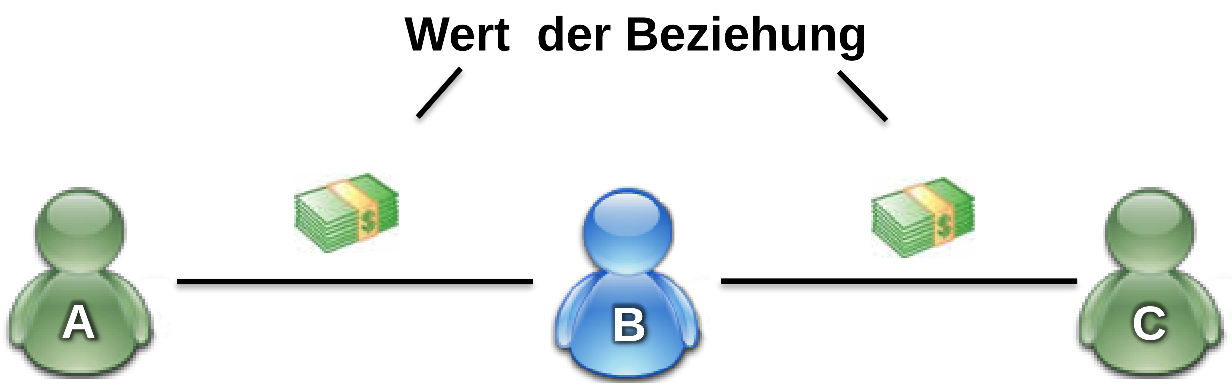
- 1. Eigenschaft des Individuums

- 2. Eigenschaft der Netzwerkstruktur
  → Lage im Netzwerk

Macht über andere



Macht in Netzwerken



Der Wert muss unter den Nachbarn aufgeteilt werden

Keine Beziehung → Keine Auszahlung

Macht → Ungleichheit der Aufteilung des Wertes

B: Zugang zu mehreren Austauschmöglichkeiten → **Relative Machtposition**

Merkmale der Machtposition

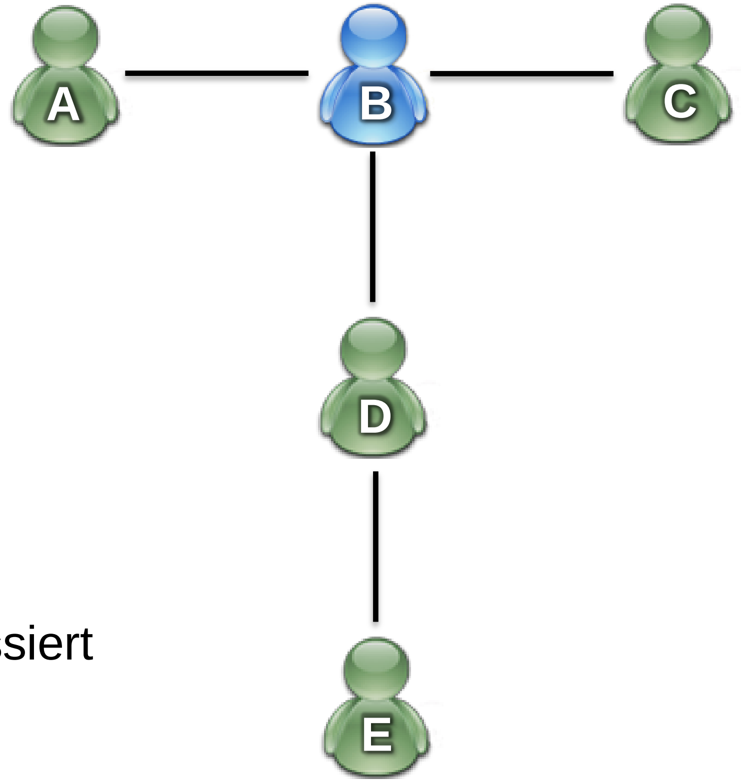
B in einer Machtposition:

1. Abhängigkeit (Dependence)
   → A und C komplett von B abhängig
   → B hat mehrere Möglichkeiten

2. Ausschluss (Exclusion)
   → B kann A und C ausschließen
   → jedoch nicht D

3. Sättigung (Satiation)
   → B nur an ungleichen Aufteilungen interessiert

4. Betweenness
   → Zentrale Position von B



Experimente

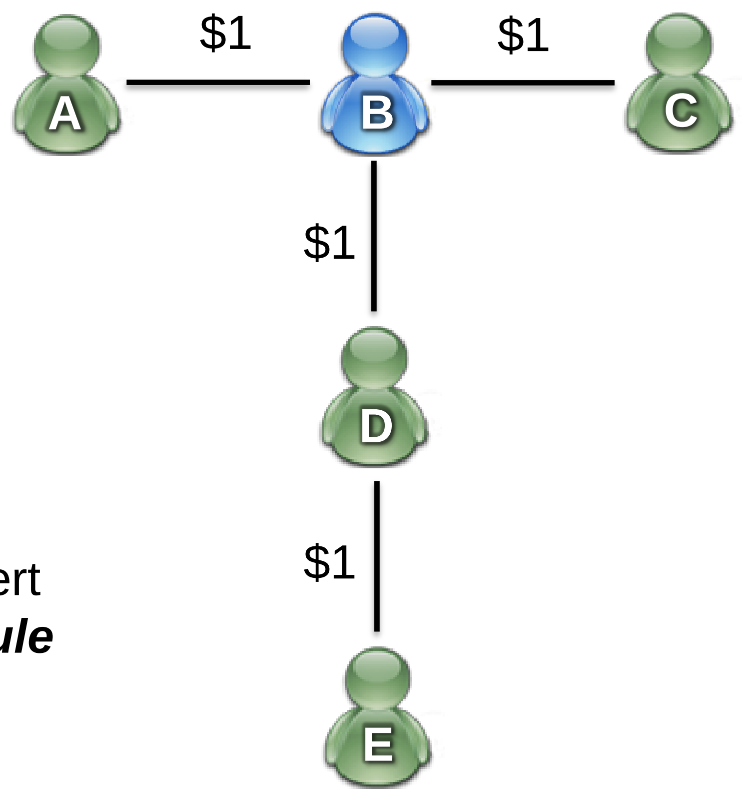
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Experimentale Umgebung

1. Jeder Knoten ist eine Person
   - Sitzt vor einem Computer
   - Kann mit Nachbarn kommunizieren

2. Jede Beziehung (Kante) hat einen Wert
   - $1
   - Muss unter zwei Knoten verteilt werden

3. Gleichzeitige Austauschmöglichkeiten limitiert
   Ein Austausch pro Runde → ***1-exchange rule***
   → Matching



Experimente

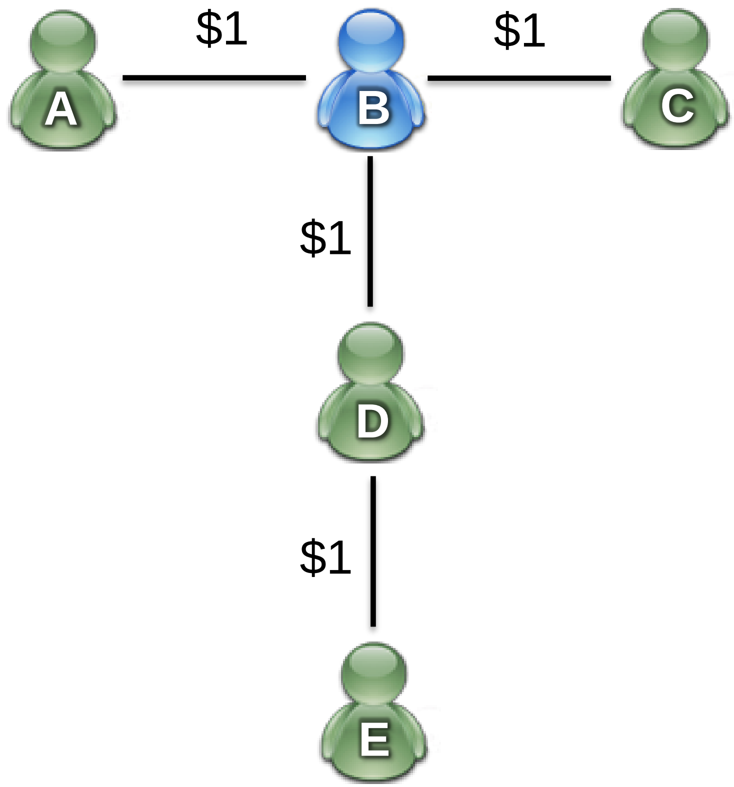
Ablauf

- Austausch von Verteilungsangeboten mit allen Nachbarn
- Limitierte Zeit

1-exchange rule:
Einigung → Abbruch der Verhandlungen mit anderen Knoten

- Mehrere Runden

Variante
- High-information
- Low-information

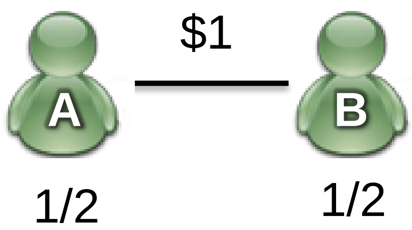


Resultate der Experimente

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

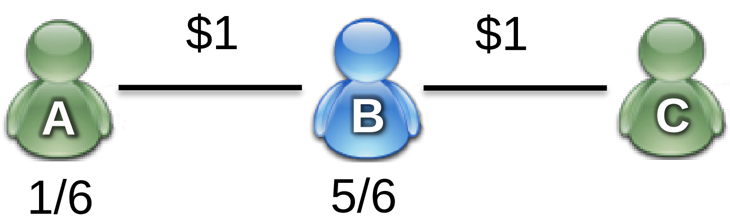
2-Knoten Pfad

Tendenz zur Hälfte-Hälfte Verteilung



Resultate der Experimente

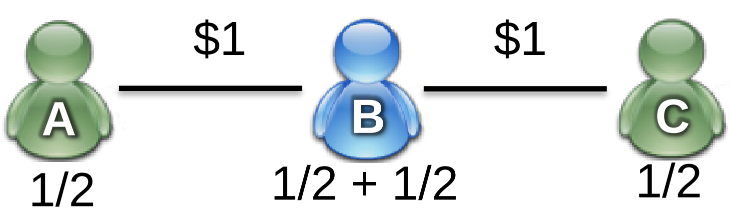
3-Knoten Pfad



- **B** in Machtposition
- **B**: Verhandlung mit **A** → Alternative: Verhandlung mit **C**
- **A** und **C** müssen die Beziehung attraktiver machen
- Jede Runde: **A** oder **C** ausgeschlossen
  →attraktiveres Angebot an **B** in nächster Runde

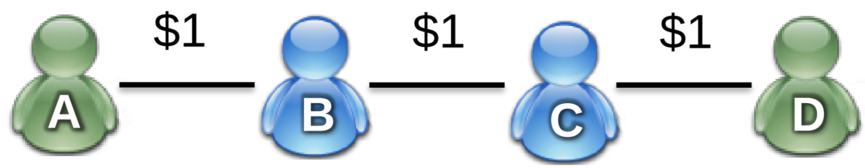
Aufhebung von *1-exchange rule*

- Gleichzeitiger Austausch mit **A** und **C**
- Maximaler Gewinn für **B:**
  B braucht **A** und **C** → kein Ausschluss



Resultate der Experimente

4-Knoten Pfad



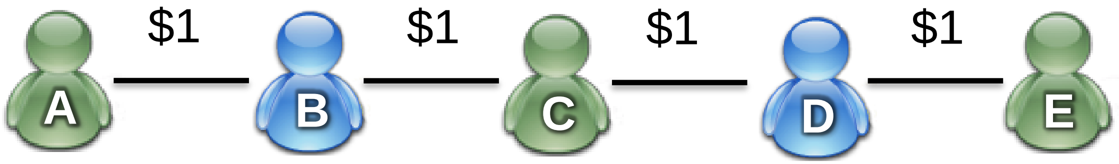
- **B** schließt **A** aus → **B** muss mit **C** handeln
- **C** hat bessere Alternative **D**
- **C** kann **B** ausschließen

→ **B** hat weniger Macht über **A** (***weak power***)

B bekommt zwischen 7/12 und 2/3 von $1

Resultate der Experimente

5-Knoten Pfad



1-exchange rule:

- **C** in schwacher Position
  - **B** hat eine günstige Alternative: **A**
  - **D** hat eine günstige Alternative: **E**

- Gewinne von **C** nur sehr wenig besser als von **A** und **E**

→ ***Betweenness*** – Maß irreführend

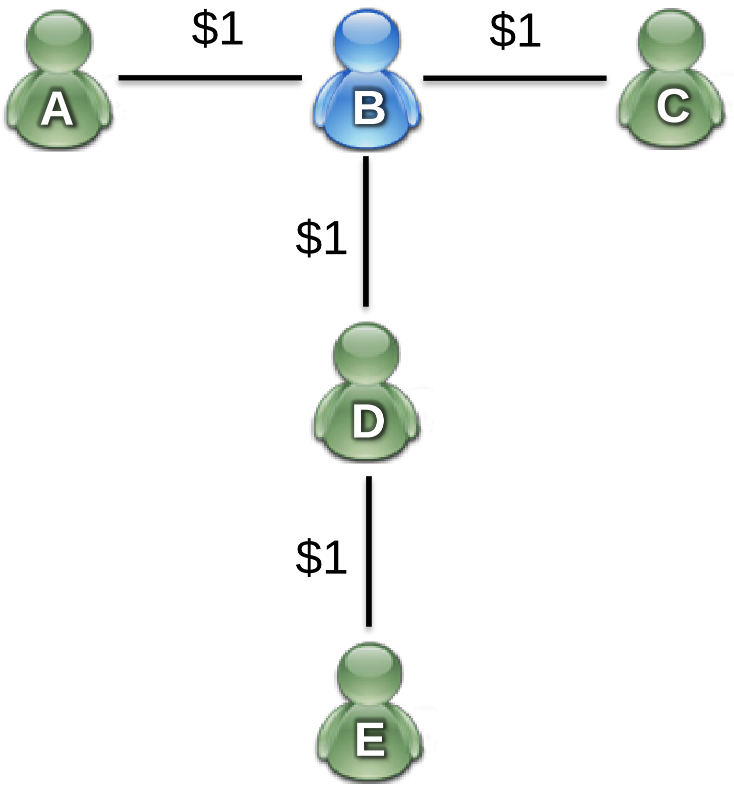
Resultate der Experimente

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Andere Netzwerke

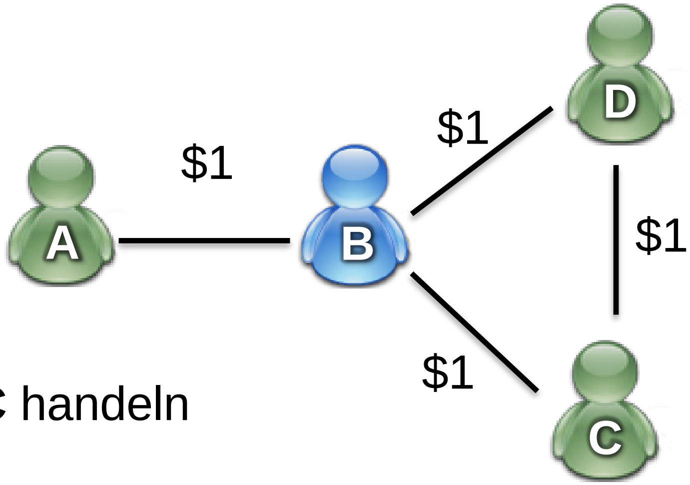
- **B:** hohe Gewinne mit **A** oder **C**
  → kein Austausch mit **D**

- **D:** nur eine Alternative **E**
  → Austausch mit E auf gleichem Basis: 1/2-1/2



Resultate der Experimente

Andere Netzwerke
Stem Graph

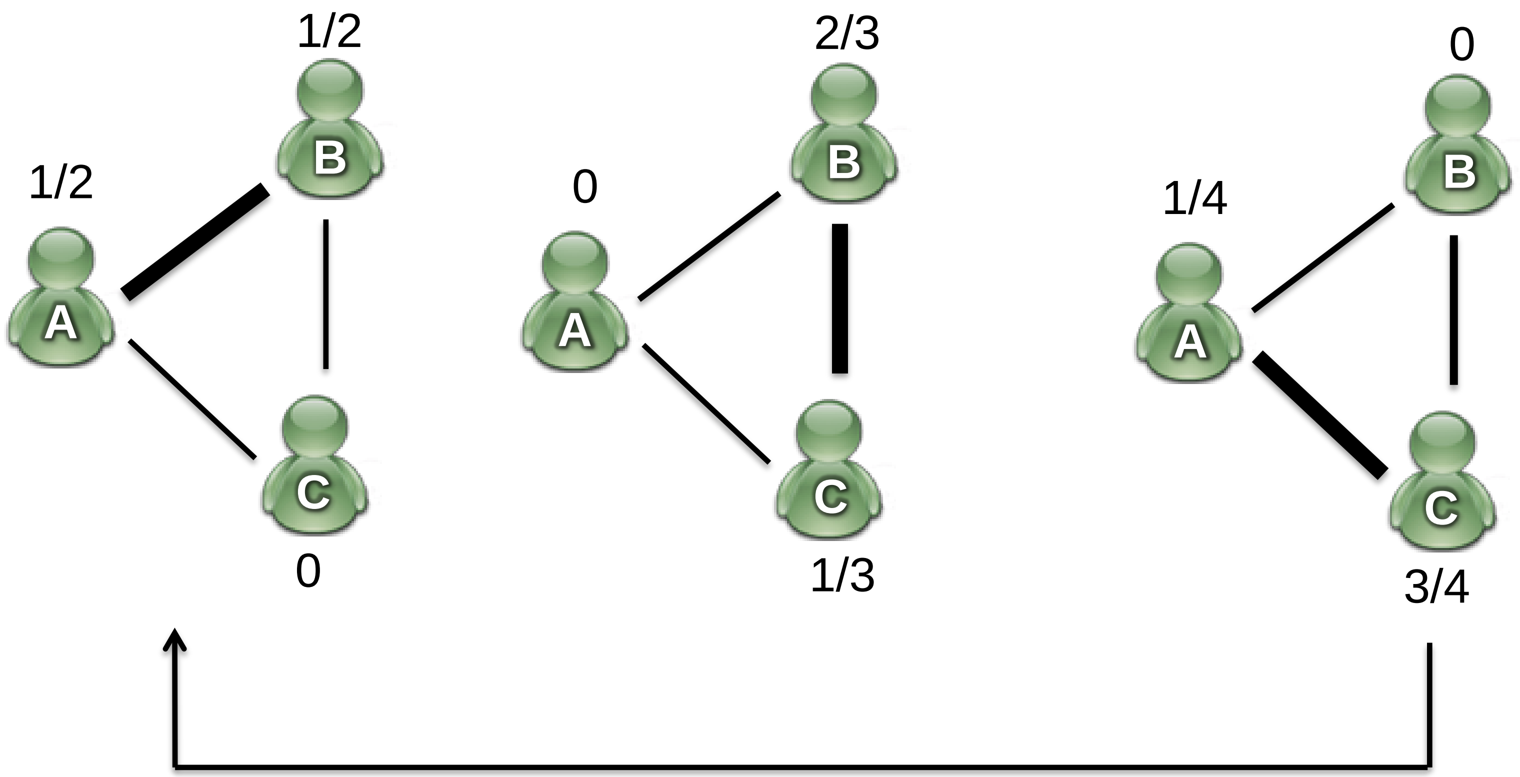


- **B:** schwache Machtposition
- **B:** Ausschluss von **A** → muss mit **D** oder **C** handeln
- **D** und **C** haben Alternativen

Resultate der Experimente

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Instabiles Netzwerk

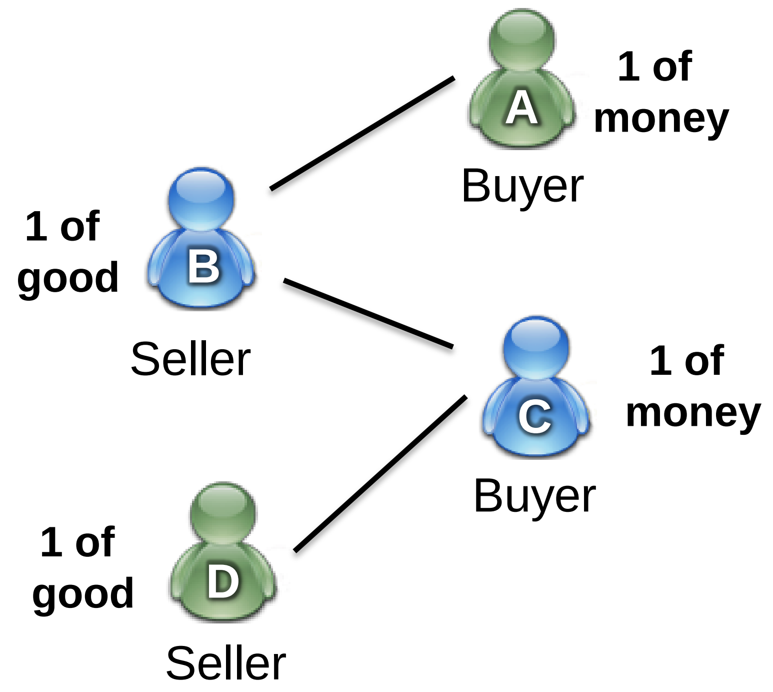


Buyer-Seller Netzwerk

4-Knoten Pfad

B verkauft an **A** für ***x***
→ Auszahlung für **B*:*** ***x***
→ Auszahlung für **A*:*** ***1-x***

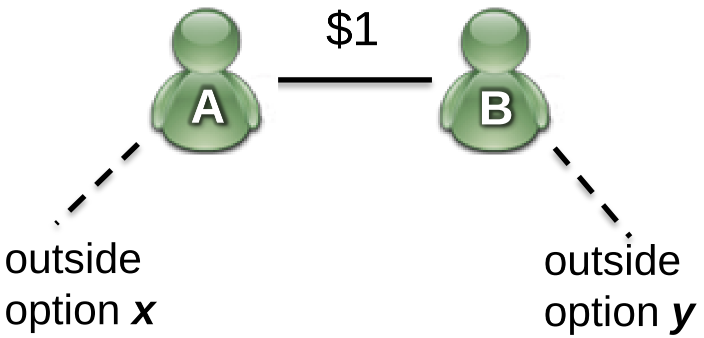
Handlungen über ***x*** und ***1-x***
↕
Aufteilung von ***$1*** im Austauschnetzwerk



Limitierungen
- Nur bipartite Graphen
- Verschiedene Reaktionen von Menschen in den Experimenten

Nash Bargaining Solution

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT



A: Abbruch der Handlungen → bekommt ***x***

B: Abbruch der Handlungen → bekommt ***y***

Abbruchbedingungen:
A's Teil **< x**
B's Teil **< y**

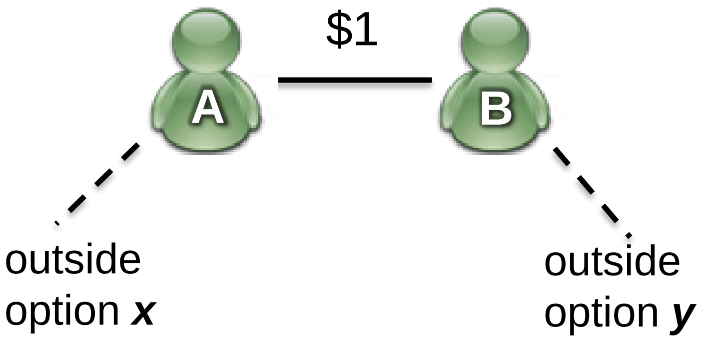
Wenn ***x + y > 1*** → Eine der Abbruchbedingungen immer erfüllt
→ keine Aufteilung von ***$1*** möglich

Annahme: ***x + y <= 1***

Nash Bargaining Solution

Mehrbetrag der Verhandlung (*surplus*):

$$s = 1 - x - y$$



Minimum-Gewinn für **A**: ***x***
Minimum-Gewinn für **B**: ***y***
→ Es geht nur um Aufteilung des Mehrbetrages

A und **B** gleichmächtig (2-Knoten Pfad) → 1/2 – 1/2 Aufteilung

Gewinn für A: $x + \frac{1}{2}s = \frac{x+1-y}{2}$

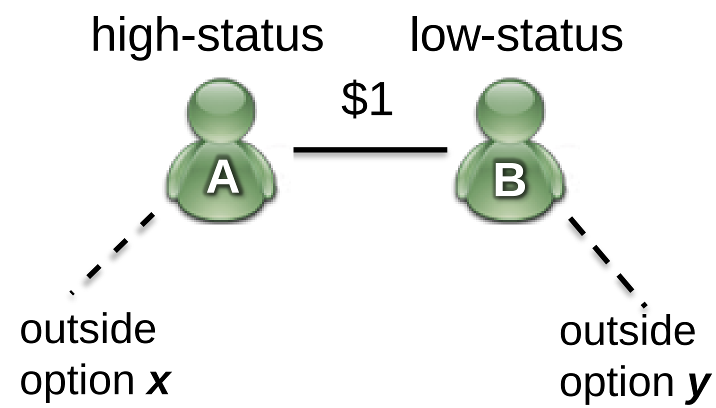
Gewinn für B: $y + \frac{1}{2}s = \frac{y+1-x}{2}$

Strategie: möglichst größte outside option

Status Effekt

Experiment

- **A** und **B** Studenten
- **A** glaubt: **B** - Schüler mit schlechten Noten
  → **B** low-status
- **B** glaubt: **A** - Masterstudent mit sehr guten Noten
  → **A** high-status



Ablauf

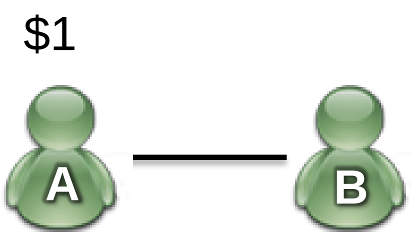
- ***Outside option*** selbst festlegen und dem Partner mitteilen

Ergebnis

- **B** low-status: **A** vergrößert seine ***outside option*** → größerer $1-Anteil für **A**
- **A** high-status: **B** verkleinert seine ***outside option*** → kleinerer $1-Anteil für **B**

Ultimatum Game

Experiment



A
- $1
- Angebot an **B**

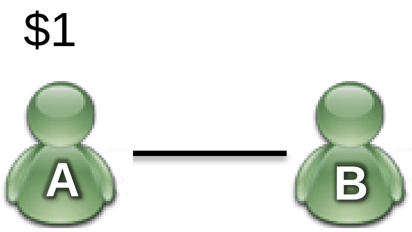
B
- Nimmt Angebot an → Alle kriegen ihre Anteile
- Lehnt Angebot ab → Alle kriegen nichts

Ablauf
- Nachrichtenaustausch in getrennten Zimmern

Theoretischer Ausgang
- **B** Ablehnung → **B** kriegt nichts (Auszahlung **0**)
  → **B** nimmt **jedes** positves Angebot an

Ultimatum Game

Experiment



- 1982 Güth, Schmittberger, Schwarze
- Durchschnittlich:
  Faires Angebot von **A** (1/3 bis 1/2)
- **B** lehnt sogar positive Angebote ab
- **Emotionaler Faktor**: Ablehnung des unfairen Angeboten
- Auszahlung für **B**: Betragshöhe + Emotionaler Faktor

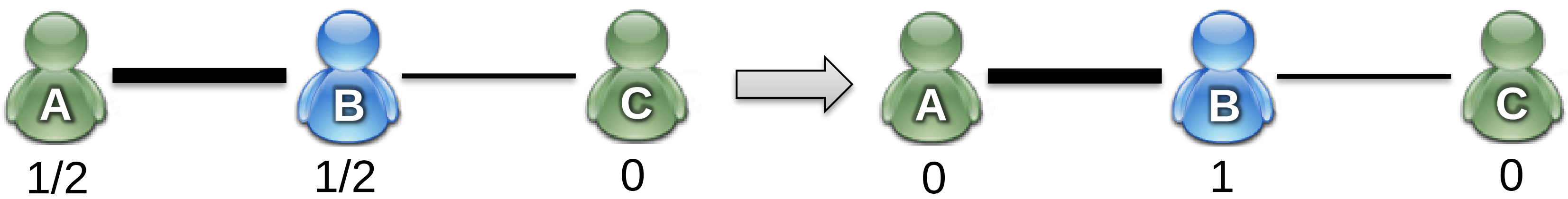
Stabiles Ergebnis

Ergebnis (Outcome)

1. Matching: Wer tauscht mit wem
2. Wertanteil jedes Knotens

Stabiles Ergebnis (Stable Outcome)

Kein Knoten kann existierende Abkommen brechen



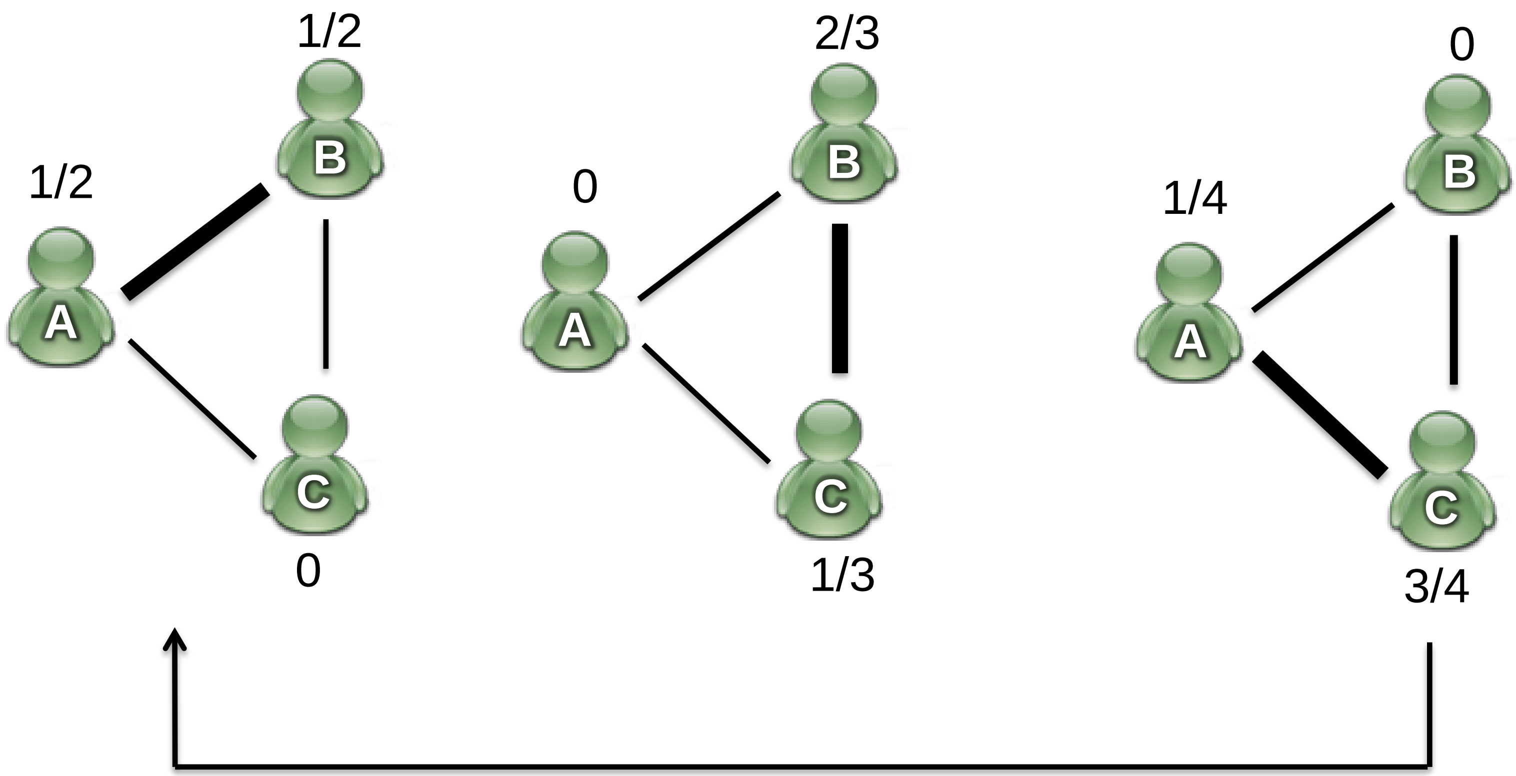
Instabilität

- Kante zwischen X und Y nicht im Matching
- X‘s Wert + Y‘s Wert < 1

Stabilität: Ergebnis ohne Instabilitäten

Stabiles Ergebnis

Immer instabil



Stabiles Ergebnis

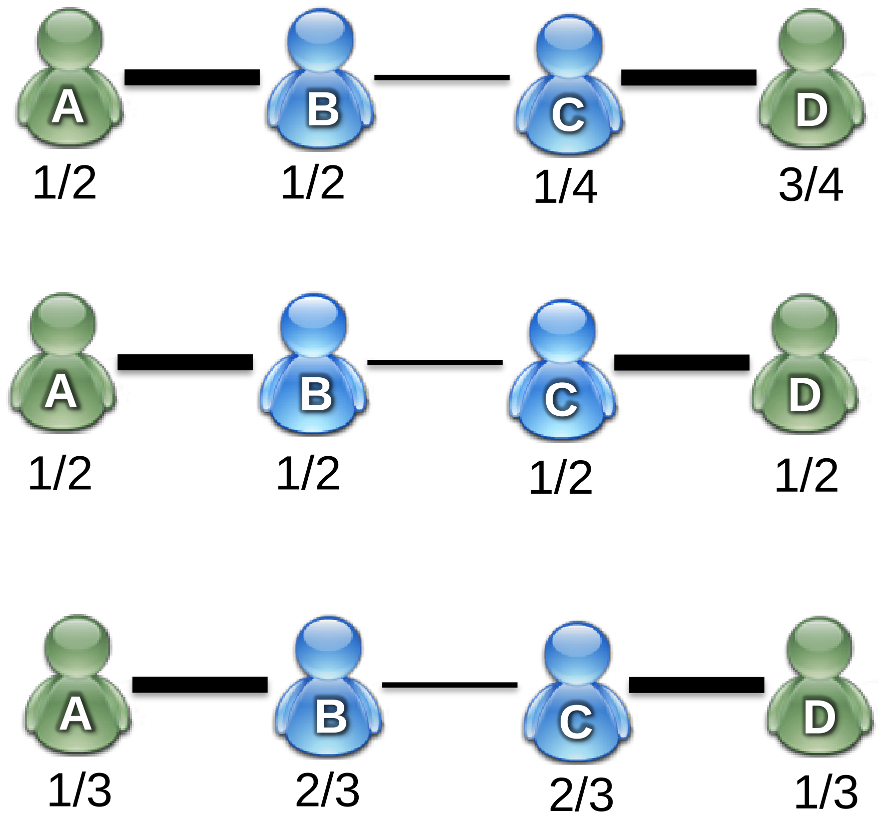
instabil

unwahrscheinlich

stabil

unwahrscheinlich

stabil



Ausgeglichenes Ergebnis

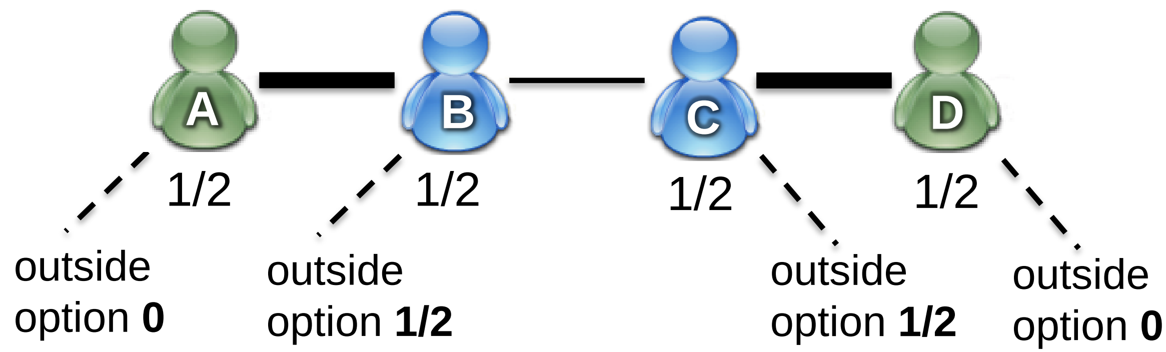
Nash Bargaining outcome $\mathrm{A}: x+\frac{1}{2}s \quad \mathrm{B}: y+\frac{1}{2}s$ mit $s=1-x-y$

- stabil
- nicht ausgeglichen

s = 1-0-1/2 = 1/2

A: 0+1/4 = 1/4

B: 1/2+1/4 = 3/4

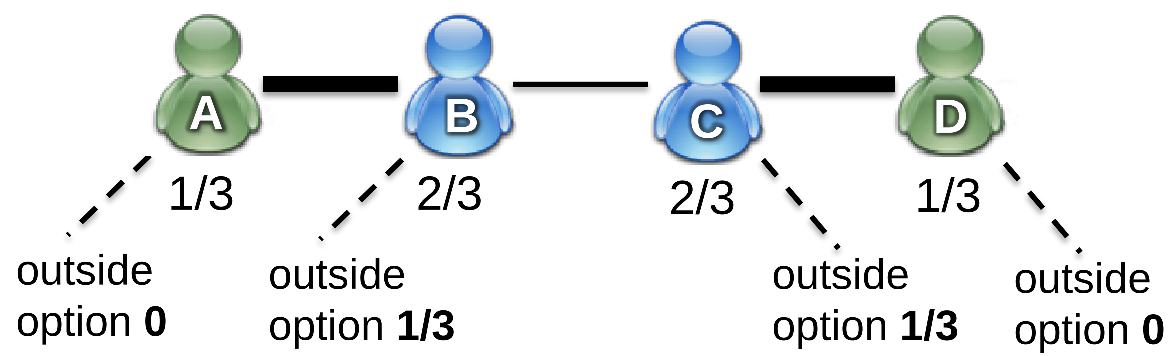


- stabil
- ausgeglichen

s = 1-0-1/3 = 2/3

A: 0+1/3 = 1/3

B: 1/3+1/3 = 2/3



Ausgeglichenes Ergebnis

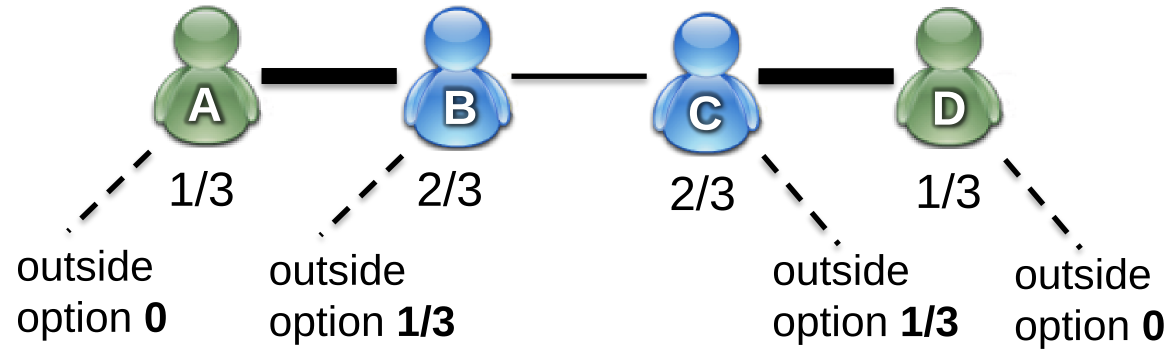
Nash Bargaining outcome $\mathrm{A}: x+\frac{1}{2}s \quad \mathrm{B}: y+\frac{1}{2}s$ mit $s=1-x-y$

- **stabil**
- **ausgeglichen**

s = 1-0-1/3 = 2/3

A: 0+1/3 = 1/3

B: 1/3+1/3 = 2/3

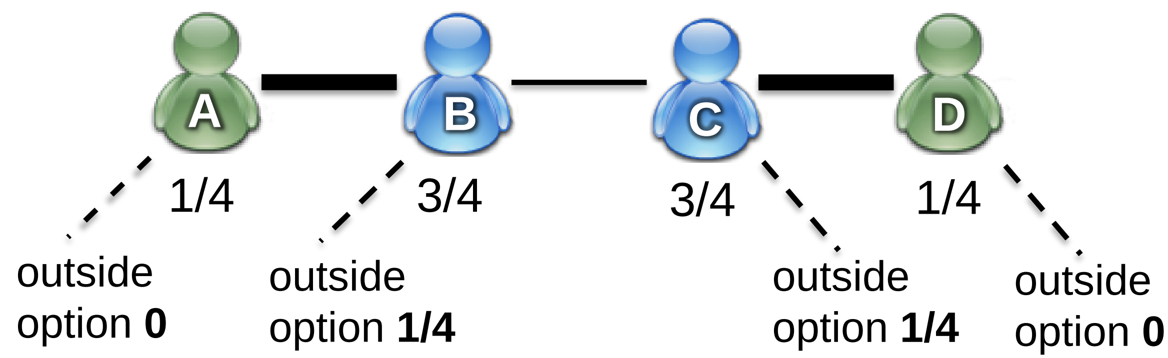


- **stabil**
- **nicht ausgeglichen**

s = 1-0-1/4 = 3/4

A: 0+3/8 = 3/8

B: 1/4+3/8 = 5/8



Ausgeglichenes Ergebnis

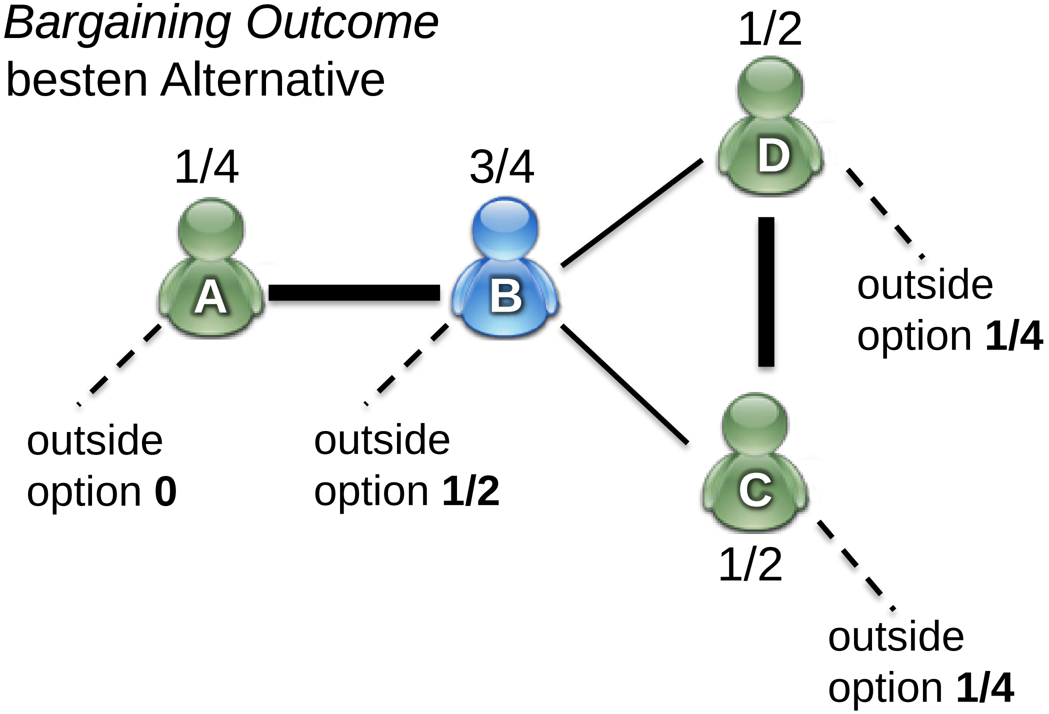
Balanced outcome

Für jede Kante im Matching:
Verteilung entspricht dem *Nash Bargaining Outcome*
Outside option: Auszahlung der besten Alternative

s = 1-0-1/2 = 1/2

A: 0+1/4 = 1/4

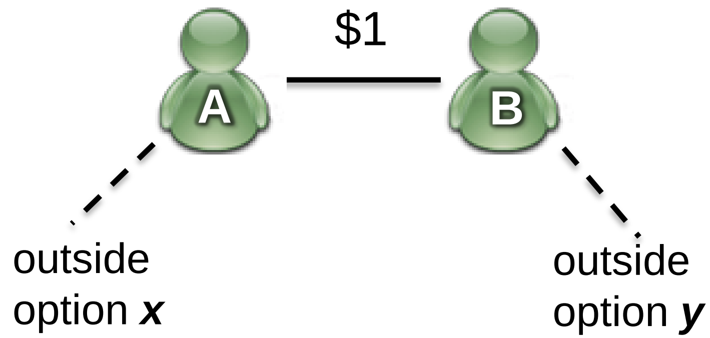
B: 1/2+1/4 = 3/4



Bargaining und Spieltheorie

Dynamisches Spiel
2-Runden Version

1. Runde: **A** macht Angebot
   B nimmt an → Spiel zu Ende
   → Jeder bekommt seinen Teil
   B lehnt ab → 2. Runde



2. Runde: **B** macht Angebot
   A nimmt an → Jeder bekommt seinen Teil
   A lehnt ab → Jeder bekommt seine Outside option

Jede Runde:
Wahrscheinlichkeit **p** → Spiel zu Ende → Jeder bekommt seine Outside option

$$x + y < 1$$

Bargaining und Spieltheorie

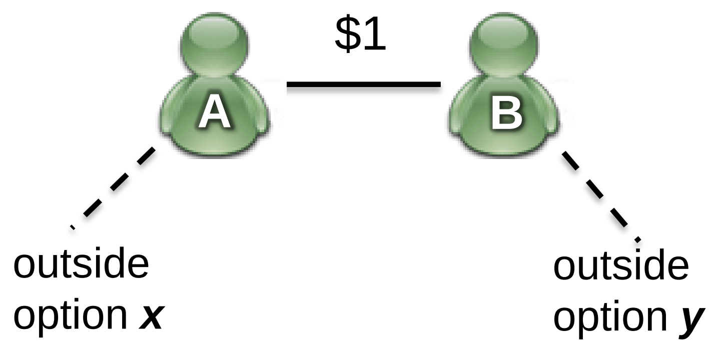
Dynamisches Spiel
Analyse

2. Runde (a_2, b_2)

A nimmt an wenn $a_2 >= x$
B's Angebot: $(x, 1-x)$
$x + y < 1 \Rightarrow y < 1 - x$

1. Runde (a_1, b_1)

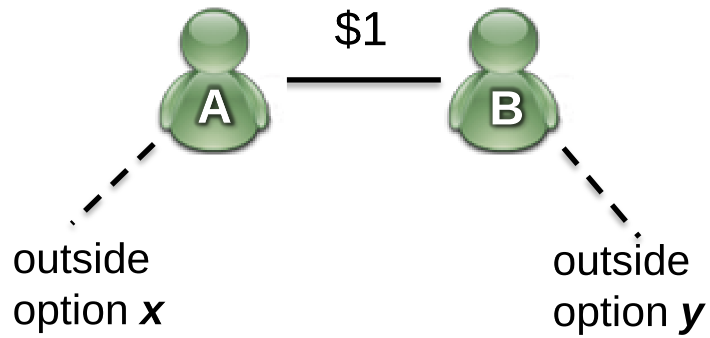
B lehnt ab → **B**'s payoff: $py + (1-p)(1-x) = z$
B nimmt an wenn $b_1 >= z$
A's Angebot: $(1-z, z)$
$y < z < 1 - x \Rightarrow x < 1 - z$



Bargaining und Spieltheorie

Dynamisches Spiel
Infinite-Horizon Spiel

Stationäres Gleichgewicht
A dran: $(a_1, b_1) = (a_1, 1 - a_1)$
B dran: $(a_2, b_2) = (1 - b_2, b_2)$



B akzeptiert wenn:
$b_1 = py + (1 - p)b_2$ oder mehr

A akzeptiert wenn:
$a_2 = px + (1 - p)a_1$ oder mehr

Also:

$$1 - a_1 = py + (1 - p)b_2$$

$$1 - b_2 = px + (1 - p)a_1$$

Bargaining und Spieltheorie

Dynamisches Spiel

Infinite-Horizon Spiel

$$1 - a_1 = py + (1-p)b_2$$

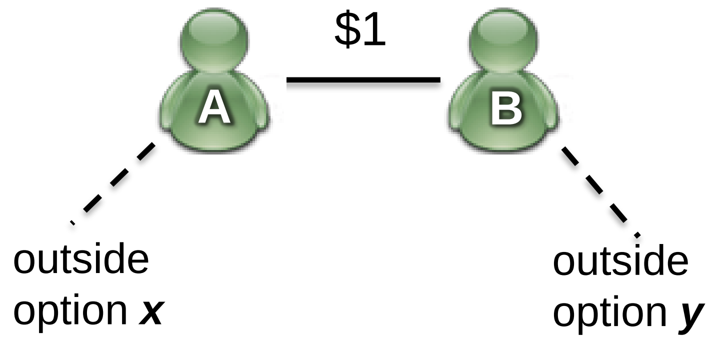
$$1 - b_2 = px + (1-p)a_1$$

$$a_1 = \frac{(1-p)x + 1 - y}{2-p}$$

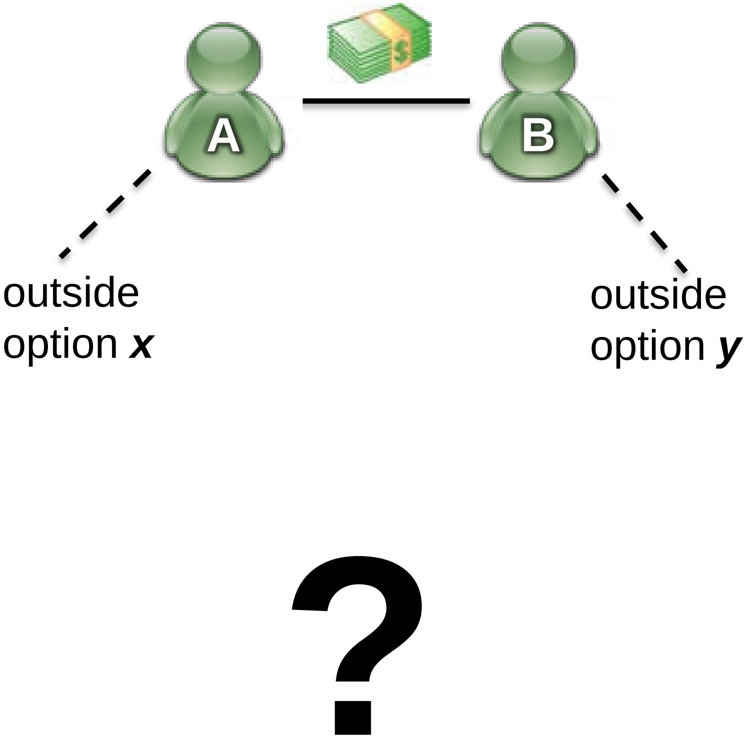
$$b_1 = 1 - a_1 = \frac{y + (1-p)(1-x)}{2-p}$$

$$\lim_{p \to 0} a_1 = \frac{x + 1 - y}{2} = x + \frac{1}{2}s$$

$$\lim_{p \to 0} b_1 = \frac{y + 1 - x}{2} = y + \frac{1}{2}s \quad \text{mit} \quad s = 1 - x - y$$



Fragen



Bildquellen

- http://xprojectmanagement.com/wp-content/uploads/2010/09/negotiation1.jpg
- http://musicviz.mit.edu/img/person_icon.png
- http://rende-views.com/Themes/default/images/ImagesOnBoard/dollar_icon.jpg