

# AOTidF Bagger Game

Denis Erfurt, Tobias Behrens, Abdallah Kadour

February 6, 2017

# Agenda

## 1. Einführung

- ▶ Aufgabenstellung
- ▶ Prämissen
- ▶ Forschungshypothesen

## 2. theoretische Ergebnisse

- ▶ NP-Härte
- ▶ Superadditivität
- ▶ Stabilisierung der großen Koalition

## 3. praktische Ergebnisse

- ▶ lineares Auktionsverfahren
- ▶ Ergebnisvergleich zum Shapley Value

# Einführung

## Aufgabenstellung

Zuordnung mit folgenden Eigenschaften:

1. optimal
2. stabil
3. fair

# Einführung

## Prämissen

1. Rationalität
2. Multiskill
3. Linearität des Verbrauchs
4. unvollständige Information der Konkurrenz
5. vollständige Informationen des Bedarfs
6. Zeitagnostisch

# Einführung

## Allgemeine Forschungshypothesen

- ▶ Zuordnungsproblem ist superadditiv
- ▶ erfordert NP-harten Mechanismus
- ▶ große Koalition als Lösungsstrategie mit Shapley Value als Auszahlungsvorschrift ist instabil
- ▶ Erweiterung: stabile große Koalition durch Kündigungs-Versicherung
- ▶ lineares Auktionsverfahren: Approximation einer hinreichend guten Zuordnung mit geeigneter Auszahlung

# theoretische Ergebnisse

## Modellierung

### Coalition Skill Game Setting (CSGS):

$Agent(x)$	$:\Leftrightarrow$	$x$ ist ein Agent (Baufirma)
$Baustelle(x)$	$:\Leftrightarrow$	$x$ ist eine Baustelle
$supply(x, t) \mapsto n$	$:\Leftrightarrow$	Agent $x$ besitzt $n$ Einheiten vom Skilltyp $t$
$demand(x, t) \mapsto n$	$:\Leftrightarrow$	Baustelle $x$ benötigt $n$ Einheiten vom Skilltyp $t$
$budget(x) \mapsto n$	$:\Leftrightarrow$	Baustelle $x$ zahlt einen Gewinn $n$ bei Fertigstellung aus
$kosten(t, n, x, y) \mapsto n$	$:\Leftrightarrow$	Kosten für Agenten $x$ für die Bereitstellung von $n$ Einheiten des Skilltyp $t$ an Baustelle $y$ .

### Coalition Skill Game (CSG)

$\vdots$

$m(x, t, y) \mapsto n \quad :\Leftrightarrow$  Agent  $x$  sendet  $n$  Einheiten des Skilltyps  $t$   
an die Baustelle  $y$

$v(x, y) \mapsto n \quad :\Leftrightarrow$  Agent  $x$  erhält von Baustelle  $y$   
die Vergütung  $n$

# theoretische Ergebnisse

## NP-Härte

Lemma (NP-Härte des Problems)

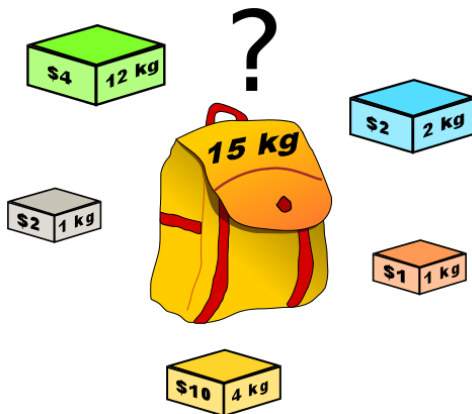
*Das Coalition Skill Game ist NP-hart.*



# theoretische Ergebnisse

NP-Härte

## Knapsack-Problem



# theoretische Ergebnisse

## NP-Härte

$$Agent = \{a\} \quad (1)$$

$$supply(a, t) \mapsto B \quad (2)$$

$$Baustelle = U \quad (3)$$

$$demand(u, t) \mapsto w(u) \quad (4)$$

$$budget(x) \mapsto v(x) \quad (5)$$

$$kosten(t, n, x, y) \mapsto 0 \quad (6)$$

# theoretische Ergebnisse

## Superadditivität

### Definition (Superadditivität)

$$K \cap S = \emptyset \Rightarrow v(K \cup S) \geq v(K) + v(S)$$

### Lemma (Superadditivität von CSG)

*Das CSG ist superadditiv.*

# theoretische Ergebnisse

## Superadditivität

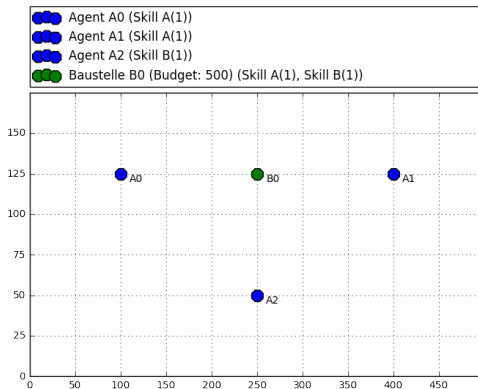
$$\begin{array}{ccc} M_{CSGS} & \xrightarrow{\pi'^{-1} \circ m' \circ \pi} & M_{CSG} \\ \downarrow \pi & & \uparrow \pi'^{-1} \\ M_{SCSGS} & \xrightarrow{m'} & M_{SCSG} \end{array}$$

# theoretische Ergebnisse

## Stabilisierung der großen Koalition

### Lemma (Instabilität)

*Im allgemeinen Fall ist die große Koalition  $K = \text{Agenten}$  instabil.*



# theoretische Ergebnisse

## Stabilisierung der großen Koalition

Stabilität durch Kündigungs-Versicherung.

# praktische Ergebnisse

## lineares Auktionsverfahren

sequentielle Rückwärtsauktion  $\forall b \in Baustellen$ :

1. Ausschreibung der gesuchten Skilltypen
2. alle Agenten können auf einen oder mehrere Skilltypen bieten
3. das niedrigste Gebot erhält den Zuschlag

Die Auszahlung an gewinnende Agenten anhand ihres Gebotes:

- ▶ Auszahlung des Gebotes
- ▶ verbliebener Erlös der Baustelle in Abhängigkeit zu dem Anteil eines Gebotes an der Gesamtgebotssumme

# praktische Ergebnisse

## Ergebnisvergleich zum Shapley Value

### Vorgehen

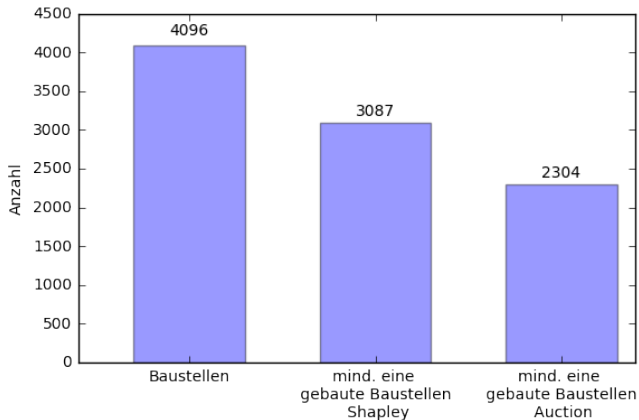
1. Generierung von Testszenarien
2. für jedes Szenario: beste Zuordnung aller möglichen Koalitionen bestimmen und Auszahlung nach Shapley Value berechnen
3. Auktionsverfahren für jedes Szenario simulieren
4. Vergleich der Auszahlungsergebnisse im Hinblick auf den Gewinn der Agenten



# praktische Ergebnisse

## Ergebnisvergleich zum Shapley Value

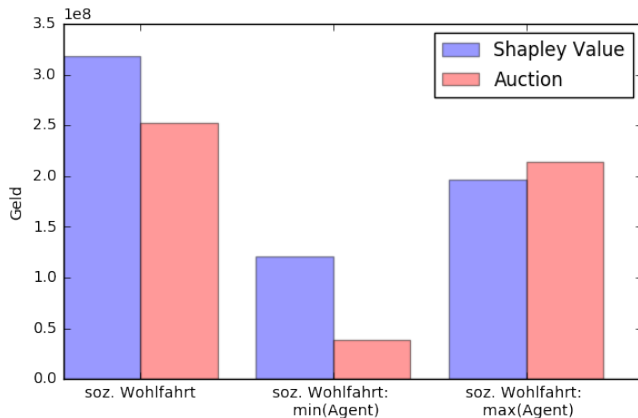
### Ergebnisse abgeschlossene Baustellen



# praktische Ergebnisse

## Ergebnisvergleich zum Shapley Value

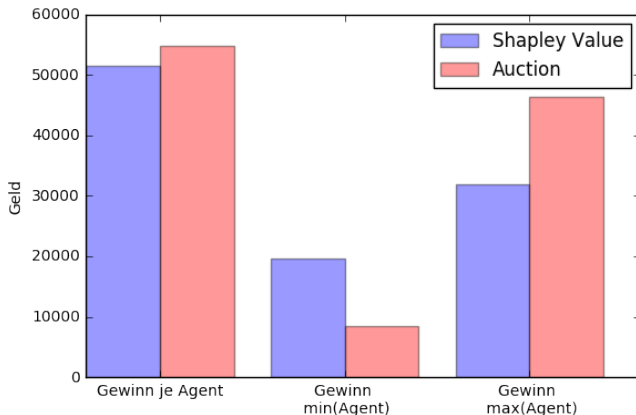
### Ergebnisse soziale Wohlfahrt



# praktische Ergebnisse

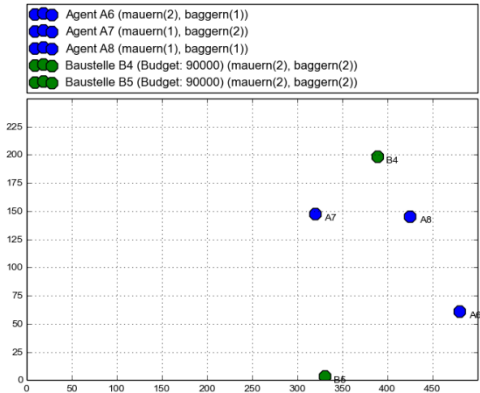
## Ergebnisvergleich zum Shapley Value

### Ergebnisse per Agent



# Backup

## Beispiel Shapley Value



Große Koalition mit Matching:

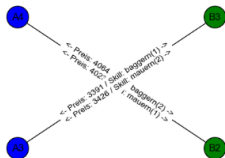
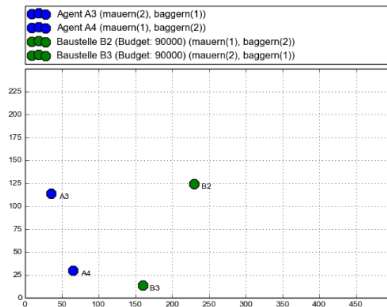
```
[['A7' 'mauern' 'B4']  
['A7' 'baggern' 'B4']  
['A8' 'mauern' 'B4']  
['A8' 'baggern' 'B4']  
['A6' 'mauern' 'B5']  
['A6' 'mauern' 'B5']  
['A6' 'baggern' 'B5']  
['A7' 'baggern' 'B5']]
```

Gewinn der Agenten:

```
{'A8': 40329.25, 'A7': 60493.875, 'A6': 60493.875}
```

# Backup

## Beispiel Auction



Auszahlung:  
[['A3', '89675'],  
[['A4', '89615']]]