



# Kernvorlesung der Wirtschaftsinformatik **Informationsmanagement**

Wintersemester 2023/2024

**Prof. Dr. Stefan Voß und Dr. Frank Schwartz**

[stefan.voss@hamburg.de](mailto:stefan.voss@hamburg.de)

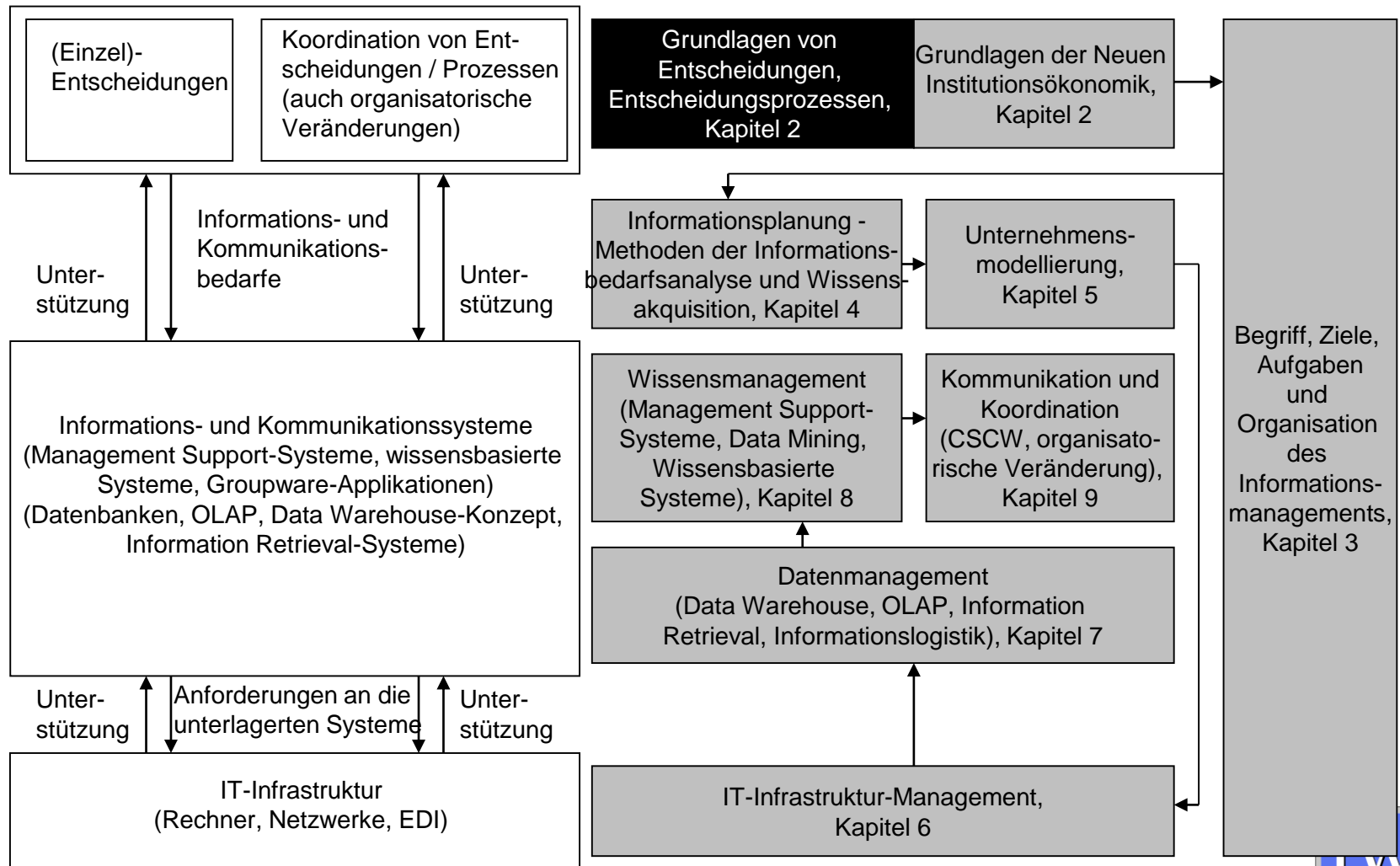
[frank.schwartz@uni-hamburg.de](mailto:frank.schwartz@uni-hamburg.de)

**Universität Hamburg**

Institut für Wirtschaftsinformatik (Prof. Dr. Stefan Voß)



# Organisatorisches Aufbau der Vorlesung Informationsmanagement



# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Problem der Unsicherheit

- Daten (oder Informationen) liegen in einer Fülle vor, ohne über ausreichendes Verständnis der (benötigten) Muster zu verfügen
- Informationen können nicht mehr in ein Entscheidungsmodell einbezogen oder es kann kein Entscheidungsmodell mehr aufgestellt werden
- Integration, die dem Verstehen entspricht, ist nicht gegeben

*„Man merkt, daß man noch nicht alles weiß, bekommt das starke Bedürfnis nach noch mehr Wissen, sammelt weitere Informationen, merkt noch mehr, daß man eigentlich fast überhaupt nichts weiß...“ (Dörner, 1989, S.145)*

### Mögliche Schlussfolgerung:

Man kann ein System nur dann vollständig beherrschen, wenn die Lösung zu einem Problem aus diesem System die gleiche Komplexität aufweist wie das Problem selbst.

Voraussetzung: Erfassen der vollständigen Komplexität (Weisheit) aber im Regelfall nicht gegeben

⇒ Mögliche institutionelle Trennung von Informationsbeschaffung und Entscheidung (Dörner, 1989)

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Die klassische normative Entscheidungstheorie

- „Normativ“ bedeutet, dass angegeben wird, wie rational entschieden werden soll, d.h. es werden Handlungsempfehlungen geliefert
- **Fokus liegt auf Aufgaben, nicht auf Problemen**

### Grundlage:

*Homo oeconomicus*, der rational handelnde, seinen Nutzen maximierende Mensch

### Prämissen der normativen Entscheidungstheorie:

Alle Entscheidungsalternativen und alle möglichen Umweltzustände sind bekannt (vollständige Informationen)  
→ (impliziert) identisches Rezeptionsniveau der Entscheider

### „Entscheidungsprozess“:

1. Aufstellen einer Nutzenfunktion unter Beachtung individueller Präferenzen (im Sinne einer Risikobereitschaft des Entscheiders)
2. Die Auswahl aus den möglichen Alternativen auf der Basis bekannter Methoden (Mittel)

**Klassische Entscheidungssituation gekennzeichnet durch (jeweils eines der drei Merkmale):**

- Sicherheit (determinierte Umweltzustände)
- Risiko (Eintrittswahrscheinlichkeiten der Umweltzustände „bekannt“)
- Ungewissheit (für mindestens einen Umweltzustand keine Eintrittswahrscheinlichkeiten bekannt)

### **Kritik:**

- Alle relevanten Informationen und Handlungsalternativen können nicht gesehen (und verarbeitet) werden.
- Interdependenzen bei Einzelentscheidungen (z.B. Wechselwirkung mit Mitbewerbern) nicht berücksichtigt (→ Lösung: **Spieltheorie**)
- Problemerkennung ist nicht einbezogen (lediglich die Phase *choice* wird abgedeckt (d.h. nur das Wählen ist modelliert)).
- Informationsbeschaffung ist realer Engpass im Entscheidungsprozess.

### Problemerkennung: Framing und Naming

- Frage nach individueller Problemwahrnehmung
- **Framing** ist das Benutzen von Schemata zur Interpretation (Frameworks= Rahmen / Gerüst / Bezugssystem):

Menschen entwickeln sogenannte **geschichtete Frameworks als Referenzen**, die zur Erkennung von Dingen dienen und somit ein ganzheitliches Realitätsmodell definieren (nach Goffman).

**Prozess des *Problem Setting*** (wie z.B. Manager auf Problemerkennung reagieren) besteht aus:

- *Framing* der eigenen Rolle und der Entscheidungssituation
- *Naming* der zu betrachtenden Aspekte
- ⇒ Benennung der anzugehenden Dinge und (unbewusste) Schaffung des Rahmens, wie sie anzugehen sind
- ⇒ Problemstrukturierung i.d.R. interaktiver Prozess (oftmals mehrerer Personen), der eher als Kunst denn als Wissenschaft anzusehen ist

### Ansätze zur Entscheidungsfindung

- **analytisch-systematisch**
- **heuristisch-intuitiv**

Entscheider verfügt zwar über ein Modell, kann es aber nicht (explizit) formulieren.

⇒ Kombination dieser beiden Formen zur Entscheidungsfindung sinnvoll

*(Pidd 1996).*

*Perhaps the role of reason is to test out intuition and perhaps the role of intuition is to prevent paralysis by analysis*

Jede Entscheidung ist ein individueller Prozess, wobei das Entscheidungsverhalten durch individuelle Eigenarten, den kognitiven Stil, die Ausbildung, Erfahrung, Risikobereitschaft und das Umssystem gekennzeichnet ist.

Das Bereitstellen aller relevanten Informationen (über Ziele, Handlungsalternativen und ökonomisch relevante Konsequenzen) ist kein Garant dafür, dass die richtigen Entscheidungen auch tatsächlich getroffen werden.

### Klassifikation von Entscheidungsinformationen (nach Adam, 1996)

1. Informationen über die Ziele, die mit der Lösung eines Problems verfolgt werden sollen.
2. Informationen über die Handlungsalternativen bzw. die Variablen eines Problems
3. Informationen über die ökonomisch relevanten Konsequenzen von Entscheidungen

### Probleme beim Umgang mit Informationen (Informationsverhalten)

- Subjektive Einschätzung des Nutzens einer Entscheidung
- Subjektive Einschätzung des Ausmaßes der notwendigen Informationen, um ein gegebenes Problem zu lösen bzw. eine Entscheidung rational zu treffen
- Natürliche Beschränktheit der menschlichen Informationsverarbeitungskapazität (Miller 1967)

### → Begriff der *eingeschränkten Rationalität*:

Beabsichtigtes vernünftiges Handeln, das aber nur begrenzt vernünftig möglich ist



# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Satisficing Concept nach Simon

*Satisficing* gebildet aus satisfy (zufriedenstellen) und suffice (genügen)

### Modell der beschränkten Rationalität:

- Konsequenzen einzelner Alternativen sind nicht sicher
  - Unsicherheit über exogene Einflüsse
- ⇒ in den meisten Situationen liegen nur unvollständige Informationen über Alternativen vor
- Alternativensuche (*Design*-Phase von Informationsaktivitäten) wird nur solange fortgesetzt, bis eine (individuell) bestimmte Anzahl von Kriterien erfüllt ist.
- ⇒ Das Entscheidungsverhalten richtet sich auch am Anspruchsniveau des Entscheiders aus, der eine sukzessive Alternativenauswahl durchführt, bis ein bestimmtes Niveau erreicht ist.

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Satisficing Concept nach Simon

Wikipedia:

„Satisficing stellt eine Heuristik für Mehrzielentscheidungen dar, beispielsweise wie ein Unternehmen aus verschiedenen Möglichkeiten mit teilweise gegenläufigen Effekten eine möglichst optimale Maßnahme auswählt oder wie eine [sic!] Budget zum Kauf verschiedener Güter eingesetzt werden sollte.“

Herbert Alexander Simon (\* 15. Juni 1916 in Milwaukee, Wisconsin; † 9. Februar 2001 in Pittsburgh, Pennsylvania) war ein US-amerikanischer Sozialwissenschaftler. Im Jahr 1978 erhielt er den Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften „für seine bahnbrechende Erforschung der Entscheidungsprozesse in Wirtschaftsorganisationen“.

**Anspruchsniveau** orientiert sich an

- dem Ziel des Entscheiders (z.B. Anerkennung durch Chef oder auch rein monetäre Größe) oder
  - seinem persönlichen Aufwand, um überhaupt zu einer Entscheidung zu gelangen und
  - unterliegt zudem Schwankungen (z.B. ggf. Absenkung des Anspruchsniveaus nach diversen Misserfolgen)
- ⇒ Auswahl an Handlungsmöglichkeiten abhängig von
- Fülle von Handlungsmotiven
  - **Unbequemlichkeit** der Informationsbeschaffung und –auswertung
- ⇒ Mensch kein **maximizing animal**, sondern eher ein **satisficing animal**
- ⇒ Anpassung des Anspruchs auf Rationalität an vorgegebene bzw. bequem erreichbare Informationen statt einer Nutzenmaximierung

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Faktoren für die Berücksichtigung von Informationen (nach O'Reilly, 1983)

1. Bedeutung für die Aufgabenerfüllung
2. Deutlichkeit der Verknüpfung mit dem für den Entscheider relevanten Planungs-, Kontroll- und Bewertungssystem, d.h. den Möglichkeiten von Belohnung oder Bestrafung
3. Positive Sanktionierung durch Kontrollsystem
4. Einklang mit den persönlichen Zielen des Entscheiders
5. Wenige Konflikte mit arbeitsteilig erforderlichen Kooperationspartnern
6. Zugänglichkeit (organisatorisch, räumlich, intellektuell)
7. Darstellung (Verständlichkeit, Kompaktheit)
8. Vertrauen in die Informationsquelle
9. Macht des Informanten gegenüber der Macht des Entscheiders

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Strukturierung der Informationsströme

**Ziel:** Erhöhung der Entscheidungsgüte

- Zusammenhang zur Aufbau- und Ablauforganisation beachten (→ z.B. Informationsbeschaffung und Entscheidung institutionell trennen)

⇒ *Aufgabenfeld der Institutionsökonomik*

- Dabei erforderlich: Variable der Entscheidungseffizienz
- Restriktion: Beachtung der Kommunikationsaufgabentypen (→ siehe Media Richness-Theorie)

**Entscheidungseffizienz** (→ beachte aus IM-Def. Aspekt Wirtschaftlichkeit)

- Zusammenhang zwischen Informationsaktivitäten und Verbesserung der Entscheidungsprozesse
- Erhöhung der Informationsaktivität hat zunächst positiven Einfluss auf Entscheidungseffizienz
- Es gibt i.A. Sättigungspunkt, bei dessen Überschreitung weitere Informationsaktivitäten keine Effizienzerhöhung mehr bewirken, sondern nur zusätzliche Kosten der Informationsbeschaffung

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Erfordernis von Struktur und Systematik bei hoher Komplexität

### Hypothese von Witte:

- Bei steigender Komplexität der Aufgabe oder Problemstellung steigt die Effizienz dezentraler Netzstrukturen.

Je komplexer die Entscheidungssituation ist, desto höher ist der Bedarf einer Unterstützung durch Verfahren, die einer **systematischen** Erfassung und Verarbeitung der relevanten Informationen dienen, und die Notwendigkeit formalisierter Regeln und Prozeduren, um unbewusste, unklare, widersprüchliche Erwartungen und Wünsche zu formen, transparent zu machen und Informationen konsistent zu verarbeiten (Eisenführ und Weber, 1994).

### Sich ergebende Anforderung für das Informationsmanagement:

Bereitstellung von Informationen zur Reduktion der Unsicherheit des Entscheiders, die durch fehlende oder unzureichende Strukturierungsfähigkeit (Modellierungsfähigkeit) sowie fehlende Daten entsteht.

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Untersuchungsgegenstand

- **Entscheidungsfällung unter wechselseitiger Berücksichtigung der Interdependenzen zu der Entscheidungsfällung Dritter**
- **Zusammenwirken der Entscheidungen mehrerer rational handelnder Individuen**
- **Werkzeug zur Modellierung und Entwicklung automatisierter Entscheidungsprozesse insbesondere in interaktiven Umgebungen**

### Unterteilung in:

- Kooperative Spiele (Vereinbarungen möglich und durchsetzbar)
- Nicht-kooperative Spiele (keine Vereinbarungen bzw. Vereinbarungen nicht durchsetzbar)

### Vorgehen bei Auswahlproblemen/-entscheidungen:

- Kombination von Umweltzustand und Alternative wird Nutzen zugeordnet

### Auswahl einer Alternative (Adam 1996):

- Einbeziehung aller Umweltzustände:  
Evtl. Bildung von gewichteten Durchschnittswerten
- Ausschließliche Einbeziehung von Extremfällen:  
Vergleich mithilfe von Min-Max-Kriterien (Auswahl der Handlungsalternative, bei der schlechtester Wert am höchsten ist) oder Savage-Niehans-Regel (Auswahl der Handlungsalternative, deren maximaler Bedauernswert am geringsten ist (Bedauernswert steht für den Schaden, der im Falle einer Fehlentscheidung entsteht))



# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Beispiel Gefangenendilemma

Zu erwartende Haftmonate:

Entscheidungsmatrix der Gefangenen ohne Kooperation

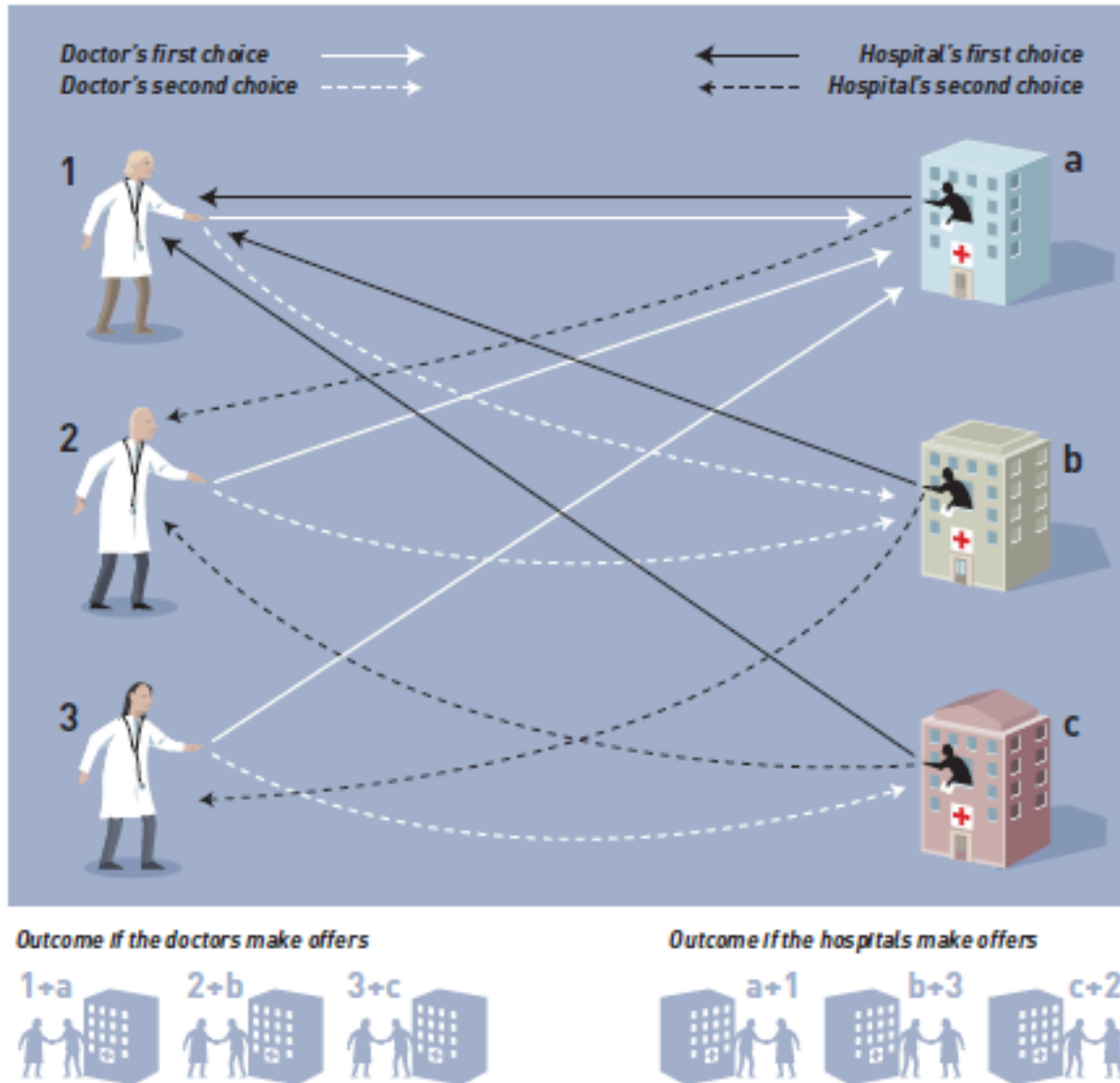
	der andere schweigt	der andere gesteht
ich schweige	-3	-60
ich gestehe	0	-36

Entscheidungsmatrix der Gefangenen mit Kooperation

	der andere schweigt	der andere gesteht
ich schweige	-6	-60
ich gestehe	-60	-72

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Beispiel Zuordnung Arzt – Krankenhaus



[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/economics/laureates/2012/advanced-economicsciences2012.pdf](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2012/advanced-economicsciences2012.pdf)

### Untersuchungsgegenstand:

- **Entscheidungsfällung unter wechselseitiger Berücksichtigung der Interdependenzen zu der Entscheidungsfällung Dritter**
- **Zusammenwirken der Entscheidungen mehrerer rational handelnder Individuen**

### Annahmen zu strategischer Entscheidungssituation / Spiel:

- Rationales, eigennütziges Handeln der Akteure
- Common knowledge of rationality: Jeder weiß um das Wissen der Anderen
- Ein Akteur ist sich bewusst, dass der andere Akteur sich bewusst ist, dass der erstere sich bewusst ist, dass ...

### Probleme derartiger (s.o.) Entscheidungsmodelle:

- Es wird unterstellt, dass alle Umweltzustände und Handlungsalternativen bekannt sind
- **Problemerkennung** nicht berücksichtigt
- Selbst wenn alle Alternativen prinzipiell bekannt sein sollten: Berechnung aller Nutzenalternativen schwierig
- **Beschaffung von Informationen** bildet Engpass im Entscheidungsprozess

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Grundkonzepte

Spiel ist definiert durch ein **Regelwerk**:

- Teilnehmende Spieler (Akteure / Individuen / Agenten / Subjekte)
- Zufall / Umwelt kann über einen Pseudo-Spieler abgebildet werden
- Mögliche Spielzüge (Handlungsoptionen)
- Spielergebnisse in Abhängigkeit der gewählten Spielzüge (Nutzenvektor / Auszahlungen (Payoffs))

**Untersuchungsziele:**

- Entwicklung zweckmäßiger Strategien für Agenten
- Erklärung des Zustandekommens bestimmter Ergebnisse
- Definition sinnvoller Spielregeln

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie und Informationsmanagement: Vorteile und Anwendungsbereiche

### Vorteile der Spieltheorie (Auswahl):

- Konsistenz, mathematische Fundierung
- Werkzeug zur Modellierung und Entwicklung **automatisierter Entscheidungsprozesse** insbesondere in interaktiven Umgebungen

Beispiele: <http://www.cs.duke.edu/courses/spring08/cps237/GameTheory/TurocyStengelGameTheorySurvey.pdf>

- Regeln zum Bieten auf elektronischen Marktplätzen und bei Auktionen:  
K. Binmore and N. Vulkan, “Applying game theory to automated negotiation,” *Netnomics* Vol. 1, 1999, 1–9; <http://dx.doi.org/10.1023/A:1011489402739>
- R. Elitzur and A. Wensley, “Game theory as a tool for understanding information services outsourcing,” *Journal of Information Technology* Vol. 12, 1997, 45–60; <http://dx.doi.org/10.1080/026839697345206>
- X. Shi and S. Voß, “From transocean routes to global networks: a framework for liner companies to build service networks,” *Journal of Telecommunications and Information Technology* Vol. 3/2008, 2008, 35–43, <http://www.nit.eu/czasopisma/JTIT/2008/3/35.pdf>
- Geschäftsmodelle für Informationsgüter:  
J.L. Hougaard and M. Tvede, “Selling digital music: business models for public goods,” *Netnomics* Vol. 11, 2010, 85–102; <http://dx.doi.org/10.1007/s11066-009-9047-0>

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie und Informationsmanagement: Shapley-Wert (Nobelpreis 2012)

- Der **Shapley-Wert** ist ein verbreitetes Lösungskonzept der kooperativen Spieltheorie.

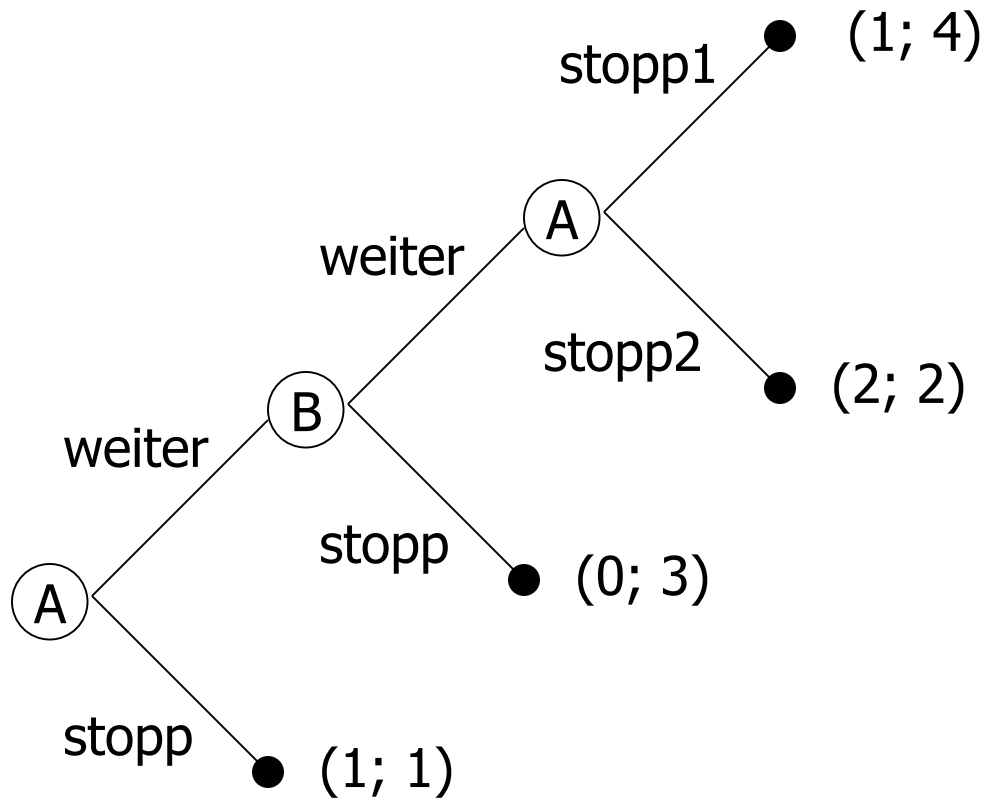
### Literaturquellen:

- Verteilung von Gewinnen durch Inventory Pooling innerhalb der Supply Chain  
E. Kemahlioglu-Ziya and J.J. Bartholdi, “Centralizing Inventory in Supply Chains by Using Shapley Value to Allocate the Profits”, *MSOM* Vol. 13, 2011, 146–162;  
<http://msom.journal.informs.org/content/13/2/146.abstract>
- Relative Bewertung von Knoten in verschiedenen Netzwerken  
K. V. Aadithya et al., “Efficient Computation of the Shapley Value for Centrality in Networks”, 2010;  
[http://eprints.soton.ac.uk/271617/5/Shapley\\_network\\_final\\_short12p.pdf](http://eprints.soton.ac.uk/271617/5/Shapley_network_final_short12p.pdf)
- Einflussanalyse von Publikationen, sozialen Netzwerken, Suchmaschinen u.a.  
P. Papapetrou, “A Shapley-value Approach for Influence Attribution”, 2011;  
<http://www.dcs.bbk.ac.uk/~panos/papapetrouShapley.pdf>

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Darstellung eines Spiels in extensiver Form (Spielbaum)

### Tausendfüßler-Spiel





# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Darstellung eines Spiels in Normalform

		B	
		weiter	stopp
A	(weiter, stopp1)	(1; 4)	(0; 3)
	(weiter, stopp2)	(2; 2)	(0; 3)
	(stopp)	(1; 1)	(1; 1)

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Dominanz

Eine Strategie eines Spielers wird als **dominant** bezeichnet, wenn diese für alle Strategien der anderen Spieler (d.h. die Strategien, die die anderen Spieler verfolgen) die eindeutige beste Antwort darstellt.

Hat jeder Spieler eine eindeutige dominante Strategie, so ist die entsprechende Strategiekombination ein Gleichgewicht.

Beispiel: **Gefangenendilemma**

		B	
		Leugnen	Gestehen
A	Leugnen	$(-1; -1)$	$(-10; \underline{0})$
	Gestehen	$(\underline{0}; -10)$	$(\underline{-8}; \underline{-8})$

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Iterative Dominanz

Idee: **iteratives** Ausschließen dominierter Strategien

Beispiel:

	B1	B2	B3
A1	<del>(5; 8)</del>	(4; 5)	(6; 5)
A2	(6; 4)	(8; 3)	(1; 2)
<del>A3</del>	<del>(4; 3)</del>	<del>(3; 5)</del>	<del>(2; 6)</del>

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Nash-Gleichgewicht

Strategiekombinationen, die für keinen Spieler einen Anlass bieten, **einseitig** hiervon abzuweichen, sind **stabil**.

Alle Strategien stellen **wechselseitig beste Antworten** (sich **gegenseitig bestätigende Erwartungen**) dar.

Beispiel:

	B1	B2
A1	(2; 3)	( <u>6</u> ; <u>8</u> )
A2	( <u>7</u> ; 5)	(4; <u>6</u> )
A3	(3; <u>6</u> )	(5; 3)

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Problem mehrerer Nash-Gleichgewichte

Beispiel: „Kampf der Geschlechter“ („Battle of Sexes“)

- Besuch eines Boxkampfes oder eines Balletts ?
- Keine vorausgehende Absprache
- Welches der beiden Nash-Gleichgewichte gilt ?

		Frau	
		Boxkampf	Ballett
Mann	Boxkampf	<u>(2; 1)</u>	(0; 0)
	Ballett	(0; 0)	<u>(1; 2)</u>

- Veränderung der Spielregeln (sukzessive Züge, Kommunikation)
- Fokus-Punkt

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Problem mehrerer Nash-Gleichgewichte

Beispiel: dominantes Auszahlungstupel

	B1	B2
A1	( <u>100</u> ; <u>100</u> )	(0; 0)
A2	(0; 0)	( <u>10</u> ; <u>10</u> )

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Problem mehrerer Nash-Gleichgewichte

Beispiel: dominantes Auszahlungstupel

	B1	B2
A1	( <u>100</u> ; <u>100</u> )	(0; 99)
A2	(99; 0)	( <u>99</u> ; <u>99</u> )

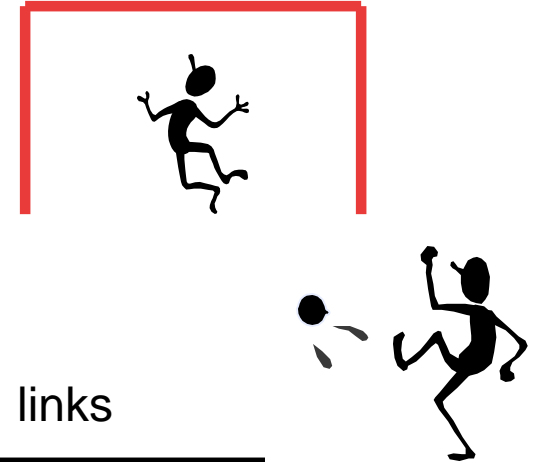
- Problem: **Irrationalität**
  - Dominiertes Auszahlungstupel (99; 99) kommt häufig zustande aufgrund von Risikoerwägungen (→ risikodominante Lösung)
- Problem: **Robustheit** hinsichtlich leichter Auszahlungsvariationen

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Gemischte Strategien

Beispiel: Elfmeter-Spiel

		Schütze	
		rechts	links
Torwart	rechts	<u>(1; -1)</u>	(-1; <u>1</u> )
	links	(-1; <u>1</u> )	<u>(1; -1)</u>



- Problem: Kein reines Gleichgewicht
- Lösungskonzept: **Gemischte Strategie**
  - $p=0,5$  jeweils für Schütze und Torhüter für links bzw. rechts



# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Mehrstufige und wiederholte Spiele

**Einstufiges Spiel:** Spieler ziehen einmal simultan

**Mehrstufiges (dynamisches) Spiel:**

Zeitliche oder logische Abfolge von Zügen

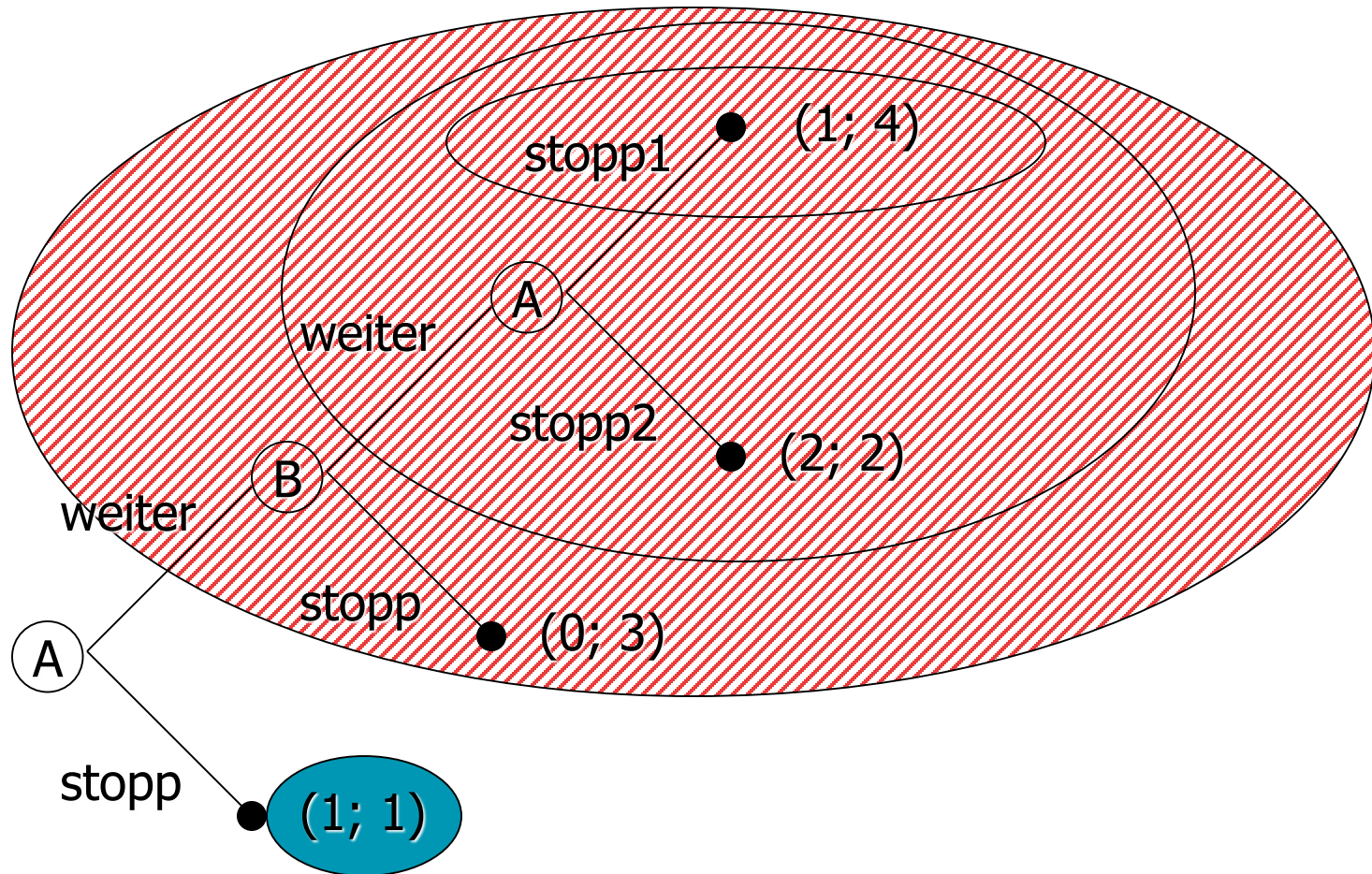
- Wiederholtes Spiel: Mehrfache Wiederholung desselben Teilspiels
- Endliches Spiel: Maximale Anzahl an Spielzügen vordefiniert
- Unendliches Spiel: Maximale Anzahl an Spielzügen nicht vordefiniert

**Lösungskonzept für endliche Spiele: Rekursionsprinzip**

- Auswahl von Spielzügen ist in der Regel von den noch folgenden Spielzügen abhängig
- Idee: Sukzessive Reduktion des Spielbaums „von hinten nach vorne“

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Beispiel für die Anwendung des Rekursionsprinzips



# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Konzept der Teilspielperfektheit

Verfeinerung des Nash-Gleichgewichtskonzepts

Beispiel: Markteintrittsspiel

		(möglicher) Konkurrent	
		Markteintritt	kein Markteintritt
(vormaliger) Monopolist	friedliches Verhalten	<u>(200; 50)</u>	<u>(600; 0)</u>
	scharfer Wettbewerb	(100; -125)	<u>(600; 0)</u>

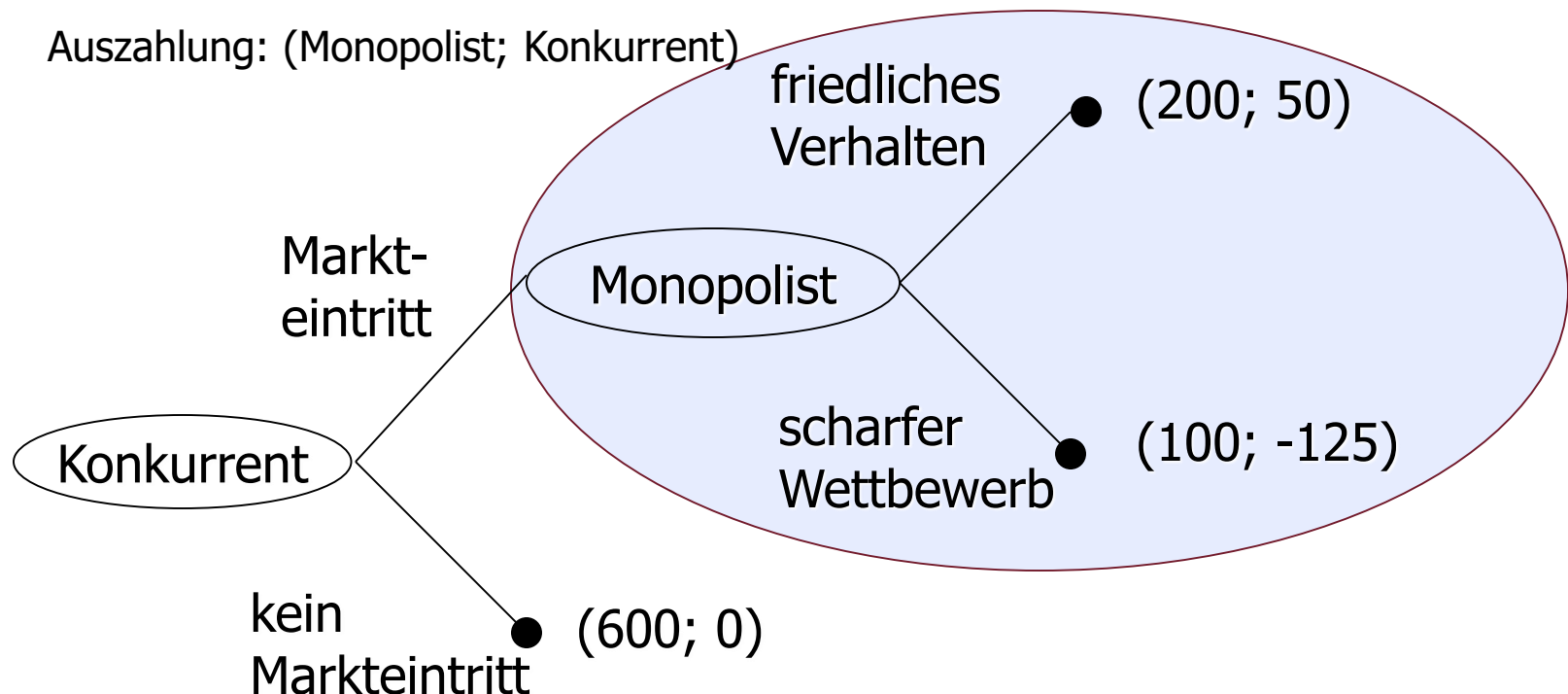
- Problem: Mehrere Nash-Gleichgewichte
- Ist die Drohung mit scharfem Wettbewerb glaubwürdig ?

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Spielbaum des Markteintritts

Anwendung des Rekursionsprinzips: Scharfer Wettbewerb ist als Strategiewahl an dem entsprechenden Knoten unsinnig

Auszahlung: (Monopolist; Konkurrent)



- **Teilspiel:** Von einem beliebigen Knoten bis zum Ende
- **Teilspielperfektheit:** Alle Teilspiele sind Nash-Gleichgewichte

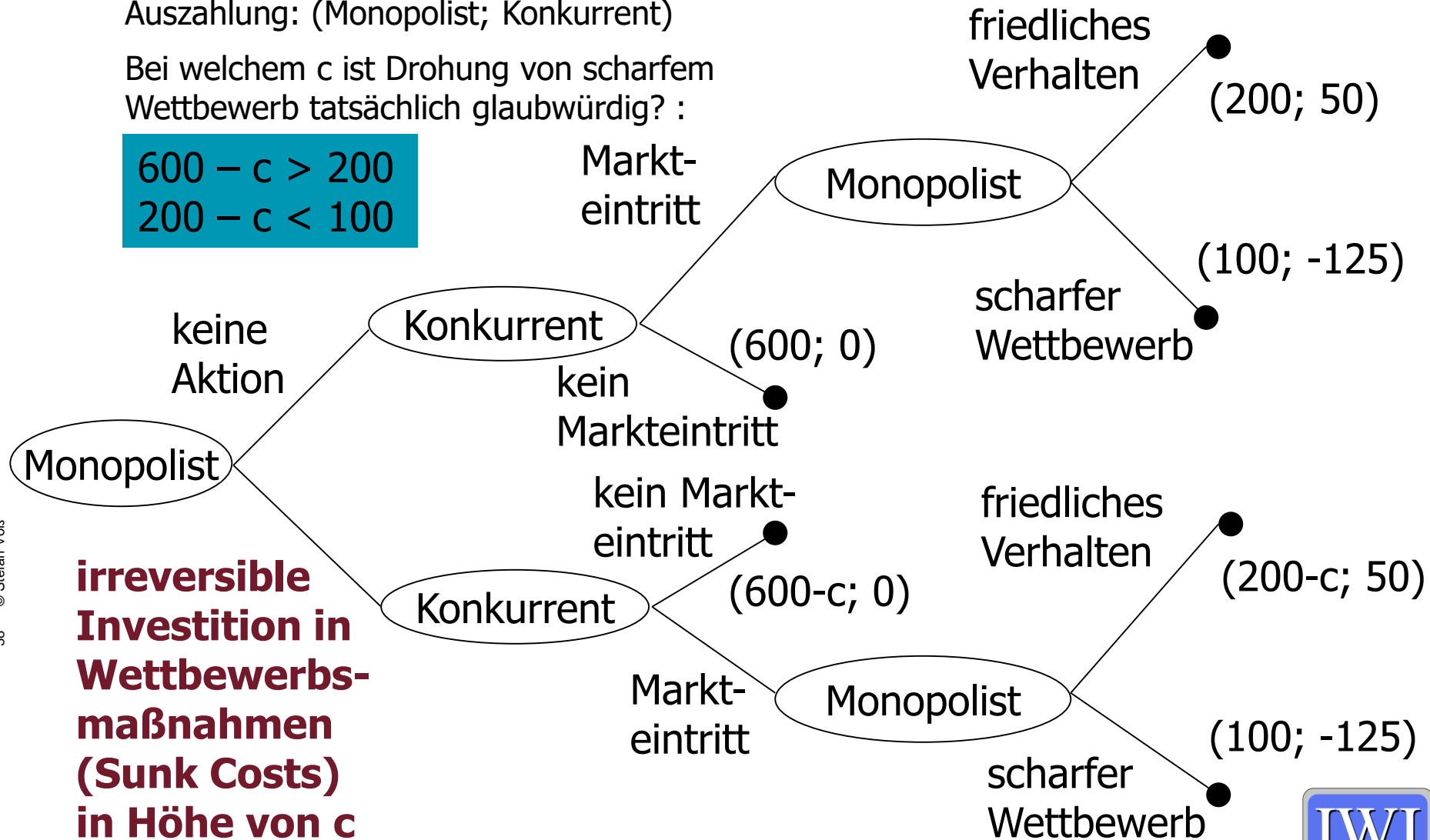
# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Spielbaum des Markteintrittsspiels

Auszahlung: (Monopolist; Konkurrent)

Bei welchem  $c$  ist Drohung von scharfem Wettbewerb tatsächlich glaubwürdig? :

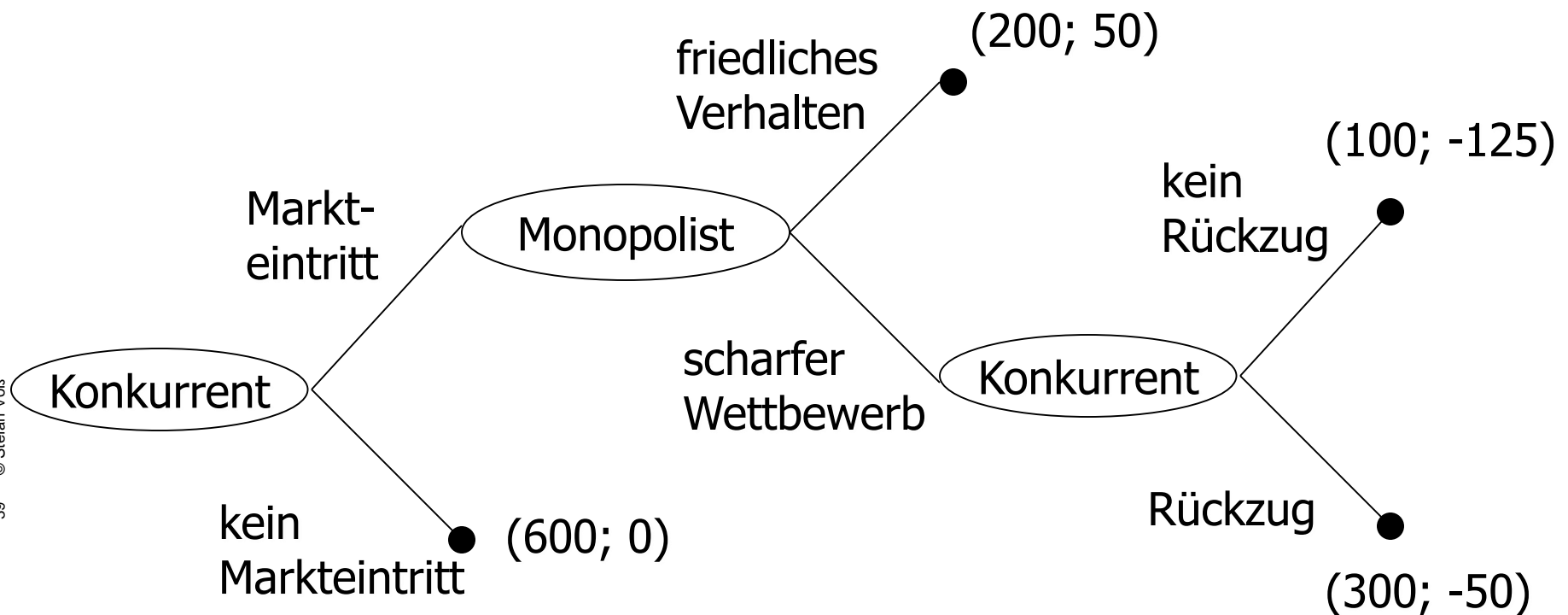
$$600 - c > 200$$
$$200 - c < 100$$



# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Spieltheorie: Spielbaum des Markteintrittsspiels

Auszahlung: (Monopolist; Konkurrent)



### Endliche Spiele

- Rekursionsprinzip greift
- Kooperation im letzten Zug ist unsinnig (u.a. keine Sanktion mehr möglich), deshalb wird auch im vorletzten Zug nicht kooperiert, ...
- Kooperationsvorteile werden verspielt

### Unendliche Spiele

- Rekursionsprinzip greift nicht
- Kooperation kann zweckmäßig sein  
(Potential längerfristig realisierbarer Vorteile)
- Welche Strategiekombinationen kommen zustande?
- In unendlichen Spielen gibt es in der Regel unendlich viele Nash-Gleichgewichte (Folk-Theorem)

### Veränderte Sichtweise

- Nicht: Rationale Strategiewahl
- Sondern: Evolutionäre Herausbildung „erfolgreicher“ Strategien
- (Paarweise) Vergleiche von Spielern (= Strategien) aus einer Population
- Adaptive Strategien, Lernen aus der Vergangenheit
- Kein rationales Planen der Zukunft, kein strategisches Denken

### Beispiel: Axelrod-Turnier

- Iteratives Gefangenendilemma
- Simulation mit Computerexperimenten
- Beste Strategie: *Tit for Tat*
- Kooperation kann sich ohne Zwang durchsetzen



### **Vollständige Informationen**

- Allen Spielern sind Spielregeln eines Spiels vollständig bekannt

### **Imperfekte Informationen**

- Züge aus vorangegangenen Spielzügen müssen nicht bekannt sein
- Das heißt: Spieler müssen nicht wissen, wo sie sich im Spielbaum gerade befinden

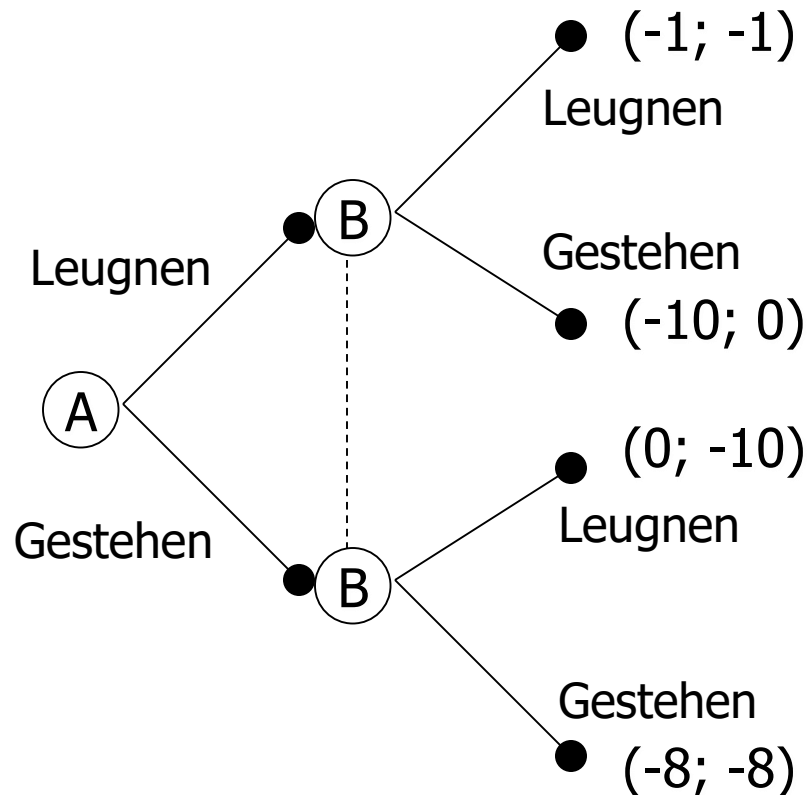
### **Unvollständige Informationen**

- Spieler kennen ggf. die Handlungsoptionen sowie die möglichen Auszahlungen (Präferenzen) der anderen Spieler nicht
- Ersatz: Annahme von Wahrscheinlichkeitsverteilungen

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Darstellung imperfekter Informationen im Spielraum

Beispiel: Gefangenendilemma mit Informationsbezirk



### Ziele:

- Ausgestaltung einer wertschaffenden Kooperation
- Aufteilung des entsprechenden Kooperationsgewinns

Beispiele: Virtuelles Unternehmen, Divisionen eines Unternehmens

### Verschiedene Ausgestaltungen:

- Kooperative Spiele:

Welche Koalitionen können was erreichen und wie werden Kooperationsgewinne aufgeteilt?

- Nicht-kooperative Spiele:

Wie sollen die Akteure strategisch handeln und welche Gleichgewichtslösungen ergeben sich?

- Automatische Kontraktdifferenzierung:

Wie gestaltet man die Kooperation konkret in den Einzelheiten?

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Gewinnaufteilung bei kooperativen Spielen

Annahmen:

- Global optimale Kooperation ist bekannt (Potential)
- Global optimale Kooperation kann über entsprechende Bindung der Handlungen aller Akteure erreicht werden

Aufgabe: Gewinnaufteilung

Beispiel für zwei Spieler:

Anforderungen:

- Die Lösung muss Pareto-optimal sein.
- Die Lösung muss unabhängig von linearen, ordnungserhaltenden Transformationen der Nutzenfunktionen sein (Multiplikation/Division mit Konstanten z.B. zur Normierung).
- Eine Elimination irrelevanter Alternativen muss zur gleichen Lösung führen.
- Es muss Symmetrie zwischen den beiden Kooperationspartnern bestehen.

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Gewinnaufteilung bei kooperativen Spielen

### Charakteristische Funktion

Ausgangspunkt:

- Spielermenge  $N = \{ 1, \dots, n \}$  mit  $n > 2$
- Bildung von Koalitionen  $K \subseteq N$  ist zu berücksichtigen
- Annahme, dass Nutzen transferierbar ist (Seitenzahlungen)

**Charakteristische Funktion** eines kooperativen Spiels

- $v : 2^N \rightarrow \mathbb{R}$  (Raum (Anzahl) möglicher Kooperationen ergibt sich aus  $2^N$ )
- $v(K)$  beschreibt Gewinnpotential (Auszahlungswert) einer Koalition  $K \subseteq N$
- Nur essentielle Spiele sind interessant:  $v(N) > \sum_{i \in N} v(\{i\})$ , große Koalition  $K=N$  besitzt maximales Gewinnpotential
- Superadditivität wird vorausgesetzt:  $v(K_1 \cup K_2) \geq v(K_1) + v(K_2)$

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Gewinnaufteilung bei kooperativen Spielen

### Charakteristische Funktion

#### Beispiel:

Spielmengemenge  $N = \{ 1, 2, 3 \}$ ,  $2^n - 1$  Koalitionen, wenn man  $\emptyset$  nicht mit berücksichtigt.

Charakteristische Funktion:

Koalition $K$	$v(K)$
$\{ 1 \}$	10
$\{ 2 \}$	10
$\{ 3 \}$	15
$\{ 1, 2 \}$	25
$\{ 1, 3 \}$	25
$\{ 2, 3 \}$	30
$\{ 1, 2, 3 \}$	40

$v(K)$  ist der Wert einer Koalition

Alle möglichen Koalitionen inkl.  $\emptyset$  bilden die Potenzmenge  $P(N)$ .

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Gewinnaufteilung bei kooperativen Spielen

### Shapley-Wert

Gesucht: Eindeutige normative Regel zur Gewinnaufteilung

Idee:

- Orientierung an der „Bedeutung“ eines Spielers an der Bildung möglicher Koalitionen im Spiel  $v$
- Berechnung des mittleren Gewinnzuwachses von möglichen Koalitionen für einen Spieler ergibt dessen Gewinnanteil

**Shapley-Wert:** 
$$\varphi(v) = \sum \frac{|K|! (|N| - |K| - 1)!}{|N|!} (v(K \cup \{i\}) - v(K))$$

- Berechnung bildet ab:
  - Gewinnzuwachs für Koalition  $K$  bei Beitritt von  $i$
  - Alle Möglichkeiten für Beitritt von  $i$  zu einer Koalition  $K$
  - Alle möglichen Permutationen der Spieler

# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Gewinnaufteilung bei kooperativen Spielen

### Shapley-Wert: Beispiel Kostenzuordnung

Szenario: Kombinierte Dienstreise eines Professors auf drei aufeinanderfolgende Tagungen nach Nordamerika (Montreal (M), Boston (B), Atlanta (A))

Problem: Wie werden die Kosten für das Flugticket auf die einzelnen Tagungen aufgeteilt ?

Daten (Werte der Koalitionen):

- $v(M,B,A) = 1600$  (große Koalition)
- $v(M) = v(B) = v(A) = 800$ ,  $v(\emptyset) = 0$
- $v(M,B) = v(B,A) = 1000$
- $v(M,A) = 1400$

Marginaler Beitrag = Wert der Koalition, die aus jenen Spielern besteht, die bei der Permutation vor dem betrachteten Spieler  $i$  (hier jeweilige Tagung) gelistet sind minus dem Wert, den diese Koalition gemeinsam mit dem Spieler  $i$  hat.

	Marginale Beiträge von Tagung		
Permutation	M	B	A
(M, B, A)	800	200	600
(M, A, B)	800	200	600
(B, M, A)	200	800	600
(B, A, M)	600	800	200
(A, M, B)	600	200	800
(A, B, M)	600	200	800
Summe	3600	2400	3600
Shapley-Wert =Summe/Anzahl =Mittelwert der marginalen Beiträge	600	400	600



# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Gewinnaufteilung bei kooperativen Spielen

### Shapley-Wert: Beispiel Abstimmung

Koalitionsbildungen bei Abstimmung → Shapley-Wert stellt Maß für Abstimmungsstärke/Machtverteilung dar.

Daten (Werte der Koalitionen):

- 3 Fraktionen mit Stimmanteilen 55, 25 bzw. 20 [%]
- „Zweidrittelmehrheit“ erbringt (Kooperations)gewinn von 1, ansonsten 0, d.h. z.B.  
Stimmanteil 55% entspricht 0, 80% dagegen 1
- $v(1) = 55$ ,  $v(2) = 25$ ,  $v(3) = 20$
- $v(1,2) = 80$ ,  $v(1,3) = 75$ ,  $v(2,3) = 45$
- $v(\emptyset) = 0$
- $v(1,2,3) = 100$

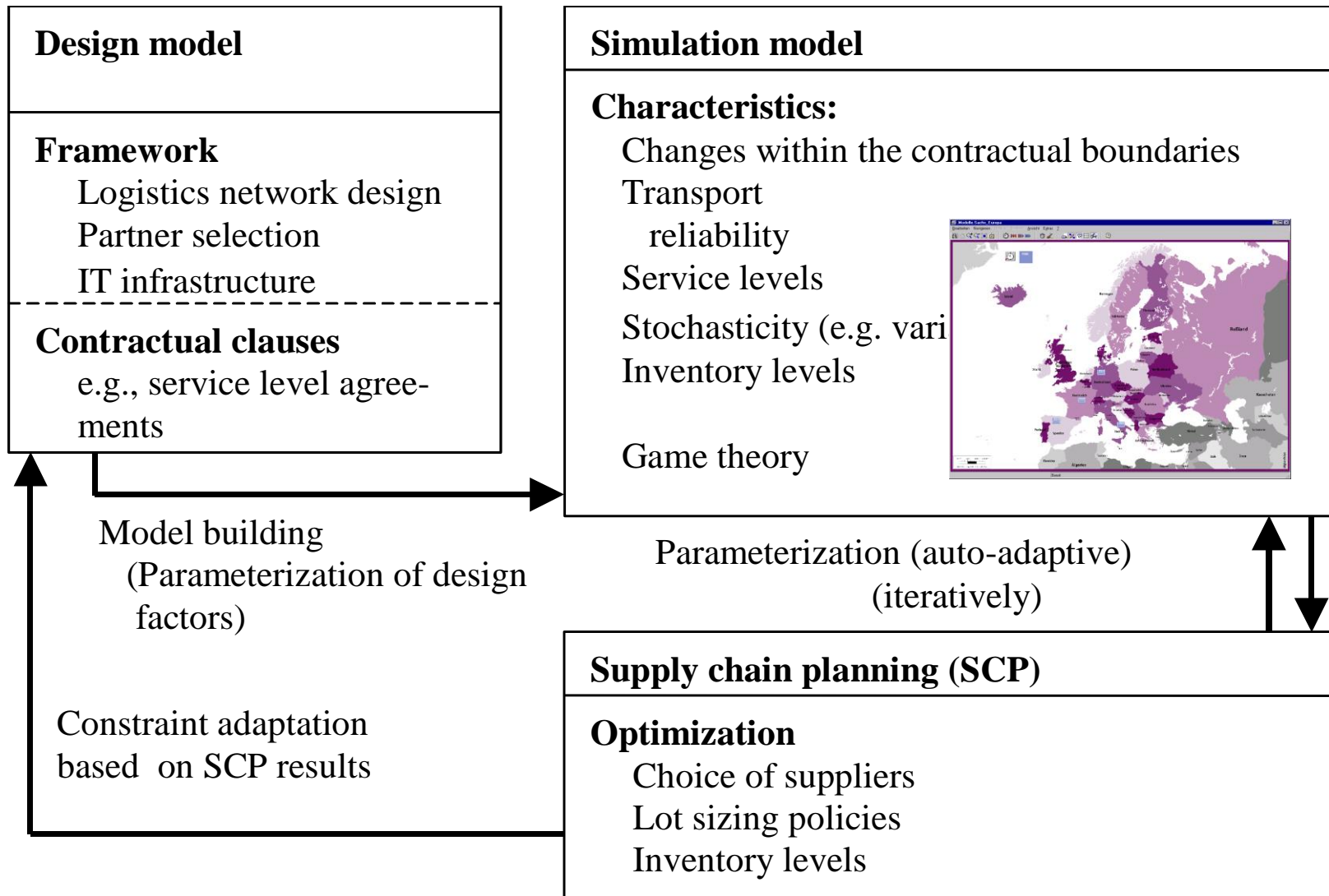
Marginaler Beitrag = Wert der Koalition, die aus jenen Spielern besteht, die bei der Permutation vor dem betrachteten Spieler  $i$  (hier jeweilige Fraktion) gelistet sind minus dem Wert, den diese Koalition gemeinsam mit dem Spieler  $i$  hat.

	Marginale Beiträge der Fraktionen		
Permutation	1	2	3
(1,2,3)	0	1	0
(1,3,2)	0	0	1
(2,1,3)	1	0	0
(2,3,1)	1	0	0
(3,1,2)	1	0	0
(3,2,1)	1	0	0
Summe	4	1	1
Shapley-Wert =Mittelwert der marginalen Beiträge	4/6	1/6	1/6

Erkenntnis: Fraktion 1 besitzt 2/3 der Macht

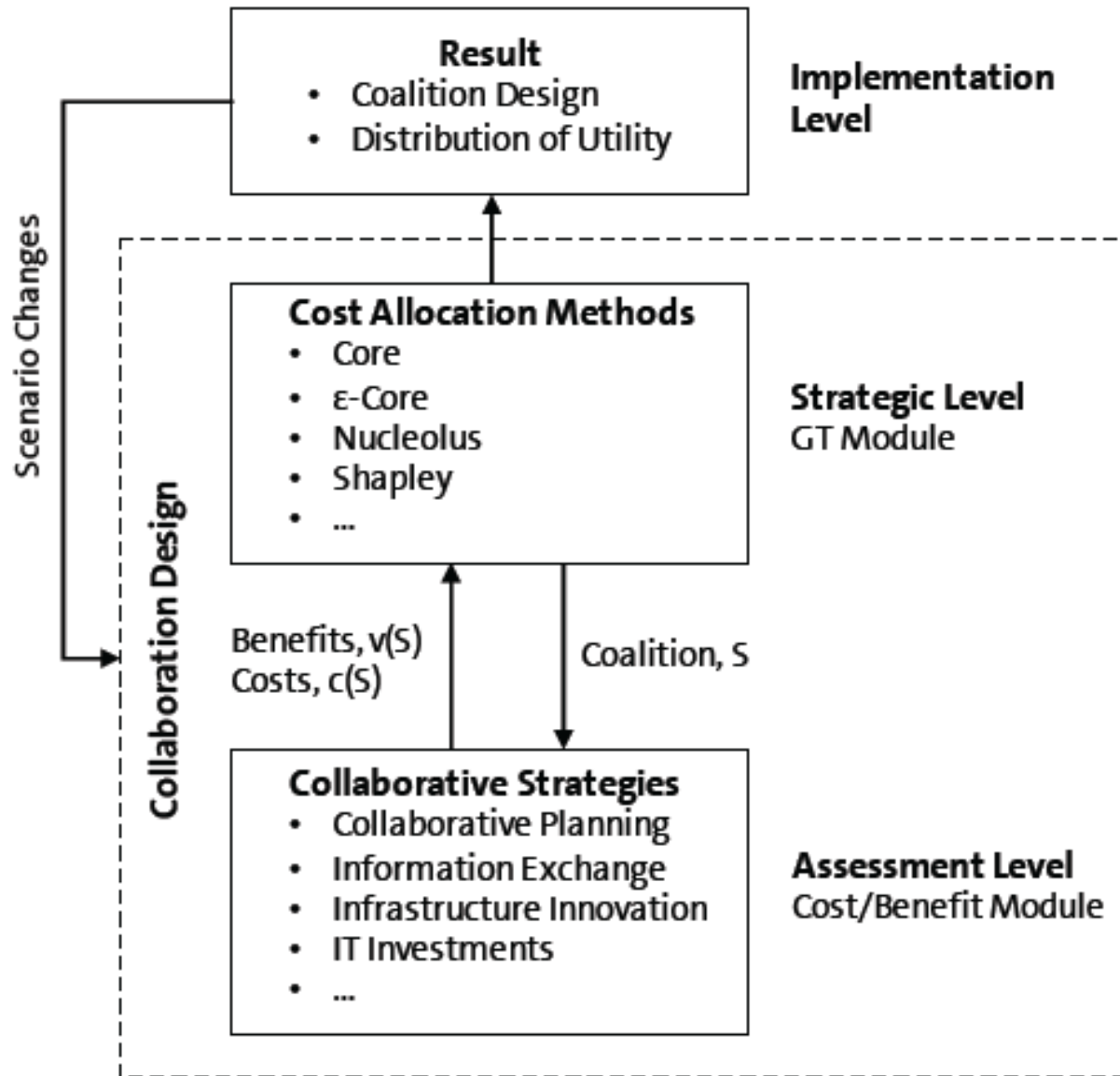
# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Reference Model for Supply Chain Planning



# Modelle des individ. Entscheidungs- und Informationsverhaltens

## Game theoretic framework for strategic decision and digital transformation



- Gegenstand: (agentenbasierte) Automatisierung der marktbasieren Koordination von Transaktionen
- Reduzierung von Transaktionskosten
- Anwendungsfelder (inkl. historischer Beispiele):
  - Konsummärkte (B2C, C2C):  
Beispiele: E-Bay, Ricardo, Amazon, Alibaba, ...
  - Industrielle Marktplätze (B2B):  
Beispiele: SAP Ariba, IBM, i2, CommerceOne, ...
  - Finanzmärkte:  
Beispiele: Xetra, Nasdaq, ...
  - Öffentliche Ausschreibungen
  - Innerbetriebliche Koordination

# Elektronische Marktplätze

## Beispiel

The screenshot displays the SAP Ariba website interface. The top navigation bar includes the SAP Ariba logo, a menu with 'Lösungen', 'Ariba Network', 'Weitere Informationen', 'Support', and 'Über SAP', and utility links for 'Login' and a search icon. The main content area features a large, abstract background image with a grid pattern. The text 'Lösungen' is positioned on the left, followed by the heading 'Collaborative-Commerce-Lösungen (C-Commerce) für den gesamten Beschaffungsprozess'. Below this, a paragraph states: 'Teilen Sie Informationen und Prozesse effizient und sicher mit Ihren Lieferanten und Handelspartnern – jederzeit und überall im Ariba Network.'

SAP Ariba

Lösungen ▾ Ariba Network ▾ Weitere Informationen ▾ Support ▾ Über SAP ▾

Login

Lösungen

## Collaborative-Commerce-Lösungen (C-Commerce) für den gesamten Beschaffungsprozess

Teilen Sie Informationen und Prozesse effizient und sicher mit Ihren Lieferanten und Handelspartnern – jederzeit und überall im Ariba Network.

# (Elektronische) Marktplätze

## Abgrenzungsmerkmale

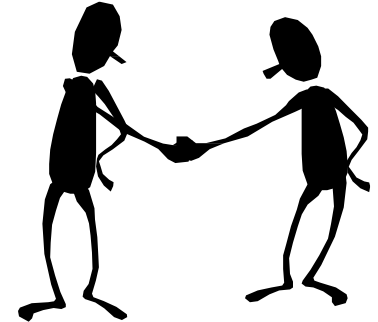
- Akteure
  - Anzahl: bilateral vs. multilateral
  - Einseitiges oder beidseitiges Handeln
  - Offenheit: Zulassung von Anbietern und Nachfragern
  - Kooperation der Akteure über (geheime) Absprachen
  - Anonymität
- Güter
  - Anzahl und Art: Ein Gut vs. mehrere (homogene oder heterogene) Güter
  - Attributanzahl: Ein Attribut (Preis) vs. mehrere Attribute (Varianten)
- Ziele / Bewertungskriterien
- Mechanismen

# (Elektronische) Marktplätze

## Abgrenzung Verhandlung – Auktion

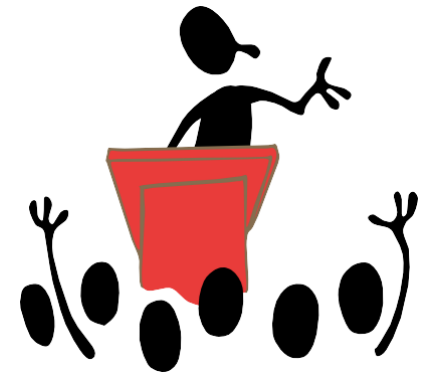
### Verhandlungen

- Ausgestaltung einer wertschaffenden Kooperation
- Häufig nur zwei Interaktionspartner (bilateral)
- Häufig direkte Kommunikation



### Auktionen

- Preisbildung im Zusammenhang mit der (Re-)Allokation von Gütern
- Viele Interaktionspartner (multilateral)
- Mediatisierung (= zunehmend durch [elektronische] Medien verbreitet)



**Zweck:** Preisbildung / Allokation von Gütern auf Basis von Geboten

## **Gebot:**

- Angebot für den Tausch eines Gutes gegen einen Geldbetrag
- Anwendung des Revelationsprinzips (→ simultane wahrheitsgemäße Angabe der Nutzenfunktion bzw. Bewertung möglicher Spielergebnisse durch alle Agenten)
- Mediatisierung durch einen Auktionator

## **Sichtweisen:**

- Auktion: Ein Anbieter, mehrere Nachfrager
- Reverse Auktion (Ausschreibung): Mehrere Anbieter, ein Nachfrager



### Abgrenzung:

- Einfache Auktion: Allokation eines unteilbaren, wohldefinierten Gutes
- Kombinatorische Auktion: Mehrere Güter
- Multivariate Auktion: Güter mit festzulegenden Eigenschaften
- Doppelte Auktion: Anbieter und Nachfrager bieten
- Private-Value vs. Common-Value Auktionen

# (Elektronische) Marktplätze

## Auktionen: Private-Value vs. Common-Value

### **Private-Value-Auktion (im Folgenden betrachtet):**

- Jeder Bieter hat unabhängige private Werteinschätzung zu dem Gut
- Beispiel: Direkte Konsumabsicht

### **Common-Value-Auktion:**

- Wert/Nutzen eines Gutes nicht vollständig bekannt
- Werteinschätzungen der Bieter voneinander abhängig
- Häufige Annahme: Objektiver Wert für alle Bieter identisch
- Beispiel: Absicht der Investition bzw. des Weiterverkaufs
- Problematik bei Common-Value-Auktionen: Siegreiches Gebot häufig über dem objektiven Wert („Fluch des Gewinners“/ „winner's curse“)

# (Elektronische) Marktplätze

## Einfache Auktionen

Annahme:

- Ein wohldefiniertes Gut
- Jeder Bieter besitzt eine private Werteinschätzung für dieses Gut

**Englische Auktion** (First-price Open-cry):

- Offene Erhöhung des Preises, bis nur noch ein Nachfrager übrig bleibt, der das Gut zu dem zuletzt gültigen Preis erhält

**Verdeckte Höchstpreisauktion** (First-price Sealed-bid):

- Je Bieter ein einmaliges geheimes Gebot, Zuschlag an den Meistbietenden zu diesem Preis

**Holländische Auktion** (Dutch descending auction):

- Offene Reduzierung des Preises, bis ein Nachfrager den gerade gültigen Preis akzeptiert

**Vickrey-Auktion** (Second-price Sealed-bid):

- Je Bieter ein einmaliges geheimes Gebot, Zuschlag an den Meistbietenden mit einem Preis in der Höhe des zweithöchsten Gebots

# (Elektronische) Marktplätze

## Einfache Auktionen

### Strategien

#### **Englische Auktion** (First-price Open-cry):

- Dominant: Jeder bietet maximal bis zu seiner wahren Werteinschätzung

#### **Verdeckte Höchstpreisauktion** (First-price Sealed-bid):

- Jeder bietet gemäß seiner wahren Werteinschätzung
- Ggf. abzüglich eines Wertes, der von den jeweiligen Erwartungen zu den Werteinschätzungen der anderen Bieter abhängt

#### **Holländische Auktion** (Dutch descending auction):

- Äquivalent zur verdeckten Höchstpreisauktion

#### **Vickrey-Auktion** (Second-price Sealed-bid):

- Dominant: Jeder bietet seine wahre Werteinschätzung

Dominanz: Gewählte Handlungsoption bringt für Spieler größeren Nutzen als alle Alternativen und mögliche Gegenantworten. Einschätzung der Handlungen anderer Spieler ohne Relevanz

# (Elektronische) Marktplätze

## Einfache Auktionen

### Vergleich

- Alle betrachteten Auktionsformen führen zu effizienter (paretooptimalen) Allokation des Gutes an Agenten mit höchster Werteinschätzung
- Kommunikationsaufwand weniger relevant bei elektronischen Auktionen
- Vorteile der **Englischen** und **Vickrey-Auktion**:
  - Vorliegen einer dominanten Strategie
  - Kein Bedarf für Einschätzungen zu der Nutzenfunktion anderer Bieter
- Probleme der **Vickrey-Auktion** und **verdeckter Höchstpreisauktion**:
  - Zuverlässigkeit des Auktionators hinsichtlich Preisfestlegung und der Geheimhaltung der offenbaren Informationen
- Sichtweise des Anbieters: Ziel ist Preismaximierung
- Revenue Equivalence Theorem (Vickrey, 1961): Erwarteter Verkaufspreis bei allen vier Auktionen identisch (unter bestimmten Annahmen).

# (Elektronische) Marktplätze

## Einfache Auktionen

### Koalitionsstabilität

Koalitionen: (geheime) Absprachen zwischen Bietern, die auf Preisreduzierung hinauslaufen

Bindung an Absprachen (kooperatives Spiel) tatsächlich gegeben?

Bieter mit höchster Wertschätzung soll gewinnen, der andere gar nicht oder mit vermindertem Betrag bieten.

**Englische Auktion** (First-price Open-cry):

- Absprachen sind stabil (Abweichen offenbart sich unmittelbar)

**Verdeckte Höchstpreisauktion** (First-price Sealed-bid):

- Absprachen sind nicht stabil

**Holländische Auktion** (Dutch descending auction):

- Absprachen sind nicht stabil

**Vickrey-Auktion** (Second-price Sealed-bid):

- Absprachen sind stabil (Maximalgebot braucht nicht abgesenkt zu werden, da gezahlter Preis sowieso nur Preis des zweithöchsten Gebots ist)

# (Elektronische) Marktplätze

## Kombinatorische Auktionen

- Simultane Preisbildung / Allokation von mehreren Gütern an mehrere Nachfrager (bzw. umgekehrt bei Ausschreibungen)
- Gebote werden für Güterkombinationen (Güterbündel) abgegeben
- Annahme: Nutzen einer Menge von Gütern ergibt sich nicht als die Summe der Einzelnutzenbeträge der Güter

### Beispiele:

#### Auktionen:

- Mobilfunkfrequenzen
- Lande- und Start-Slots an einem Flughafen
- Verteilung von Bauland an verschiedene Bauträger
- Weitergabe kompletter „Pakete“ in Zahlung genommener PKW an nachgeordnete Händler

#### Ausschreibungen:

- Logistische Dienstleistungen

# (Elektronische) Marktplätze

## Kombinatorische Auktionen

### Wertigkeit von Güterkombinationen

$c(A)$ : Wert einer Güterkombination A

Komplementarität, Superadditivität :

$$c(A) + c(B) \leq c(A \cup B) \quad \text{wobei} \quad A \cap B = \emptyset$$

Substituierbarkeit, Subadditivität:

$$c(A) + c(B) > c(A \cup B) \quad \text{wobei} \quad A \cap B = \emptyset$$



# (Elektronische) Marktplätze

## Kombinatorische Auktionen

### Gebotabgabe und –verarbeitung

Annahme: Sealed-bid-Auktion, Bieten gemäß wahrer Einschätzung

Problem:

- Exponentiell viele Teilmengen der Gütergesamtmenge
- Exponentiell viele Gebote möglich

Auswege:

- Beschränkung der Gebotanzahl über Restriktionen
- Orakel (Agenten) teilen dem Auktionator auf Anfrage das Gebot mit
- Iterative Auktionsformen

Aufgaben:

- Bestimmung der Güterallokation (Winner Determination) mit dem Ziel der Erlösmaximierung über Auswahl disjunkter Gebote
- Untersuchung hinsichtlich Bietstrategien, Anreizkompatibilität, Effizienz

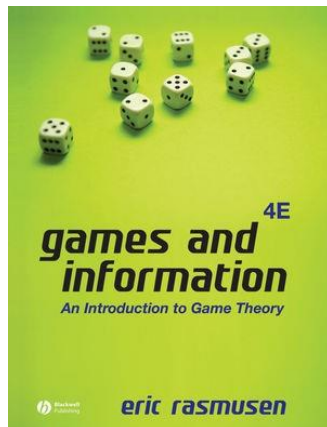
# (Elektronische) Marktplätze

## Multivariate (multidimensionale) Auktionen

- Nicht nur Preisbestimmung, sondern auch Festlegung weiterer Attribute von Gütern
- Anwendungen insbesondere im Beschaffungsbereich (Ausschreibungen)
- Beispiele:
  - Logistische Dienstleistungen
  - Bauten
- Ausgestaltung von Verträgen (Kontraktdifferenzierung)
- Forschung und Praxis noch am Anfang
- Ausweg: Elektronische Verhandlungen

Zum Nachlesen und Vertiefen:

- Rasmusen, E. (2006): Games & Information: An Introduction to Game Theory, 4th Edition, Blackwell, Oxford.
- de Vries, S., Vohra, R. (2001): Combinatorial Auctions: A Survey: Arbeitspapier, Zentrum für Mathematik, Technische Universität München, Department of Managerial Economics and Decision Sciences, Northwestern University.



# Fragen?



## Zusammenfassung:

Modelle des individuellen  
Entscheidungs- und  
Informationsverhaltens

- Satisficing Konzept nach Simon
- Spieltheorie
- Verhandlungen/Gewinn-  
aufteilung

(Elektronische) Marktplätze

- Verhandlungen
- Auktionen