

---

# ***Zur „Mikroskalierung“ der sozialen Kognition***

***Michael Rovatsos***

Institut für Informatik

Technische Universität München

***Kai Paetow***

Arbeitsbereich Technikbewertung & Technikgestaltung

Technische Universität Hamburg-Harburg

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

## ▶ ConStruct

- Interaktionismus, Systemtheorie & Komplexitätsmanagement
- Kerninhalte

## ▶ Mikroskalierung

## ▶ Experimente & Ergebnisse

## ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
  - Interaktionismus, Systemtheorie & Komplexitätsmanagement
  - Kerninhalte
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Notizen

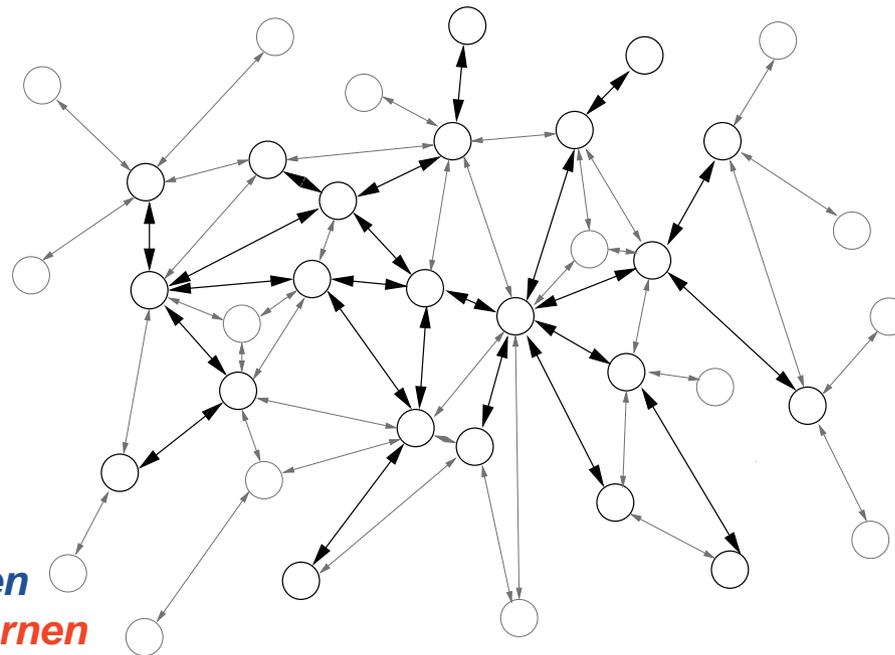
---

- ▶ Vortrag besteht aus vier Abschnitten
- ▶ Vorbemerkungen zum München-Hamburger Projekt bevor auf int. Teilprojekt eingegangen wird, andere Vorträge werden das aufgreifen
- ▶ Begriff der Mikroskalierung soll im Zshg. der Spannungsfeldes Interaktionismus/Skalierung erörtert werden
- ▶ Theoretische Überlegungen sollen anhand von konkreten Simulationsergebnissen diskutiert werden, interessante Ergebnisse
- ▶ kurze Zusammenfassung und Ausblick

# Projektübersicht

## Gegenstand der Modellierung

**Kommunikationsstrukturen**  
**Soziales Agentenwissen**



**Lernstrategie**  
**induktives Strukturlernen**  
**Klassifikation & Rahmenlernen**

**informatischer Ansatz**  
**Holonen als Middleware**  
**Interaktionsrahmen**

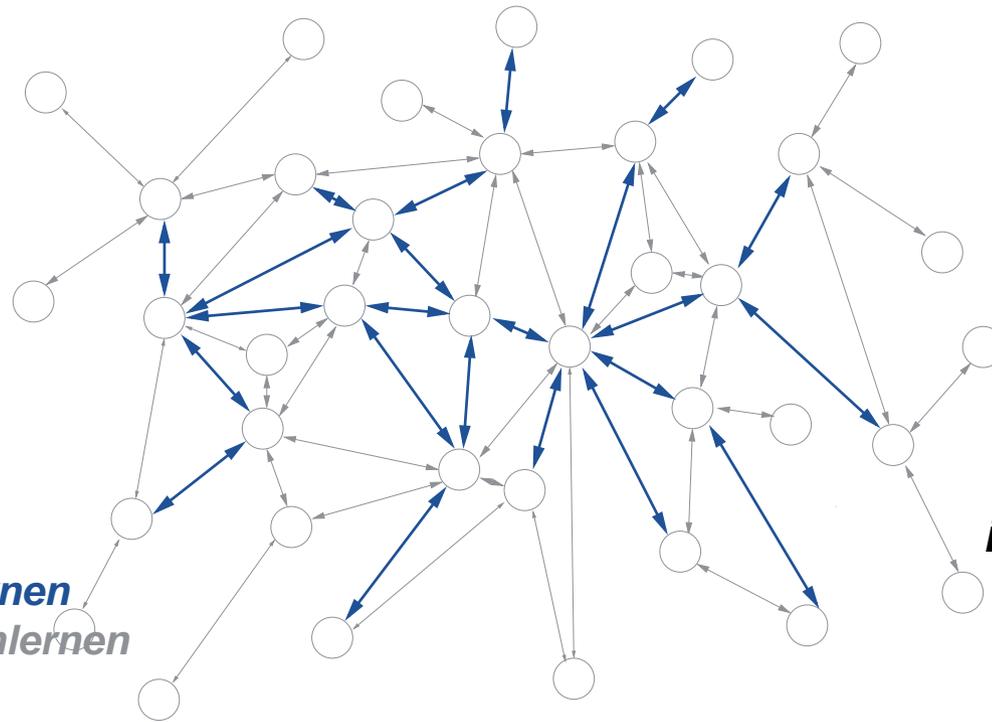
# Notizen

- ▶ Projekt besteht aus int. und syst. Teilprojekt
- ▶ beide betrachten Anwendbarkeit sozialtheoretischer Konzepte auf MAS (wie hier dargestellt: Agenten=Knoten, Kommunikation zwischen ihnen=Kanten)
- ▶ Ansatz ist immer: Modellierungsgegenstand kommt aus Soziologie, Ausarbeitung eines informatischen Konzeptes zur Modellierung in MAS, und Anwendung geeigneter Lernansätze
- ▶ Beziehungen zwischen allen drei Aspekten wichtig

# Systemtheorie

## Gegenstand der Modellierung

*Kommunikationsstrukturen  
Soziales Agentenwissen*



**Lernstrategie**  
*induktives Strukturlernen  
Klassifikation & Rahmenlernen*

**informatischer Ansatz**  
*Holonen als Middleware  
Interaktionsrahmen*

# Notizen

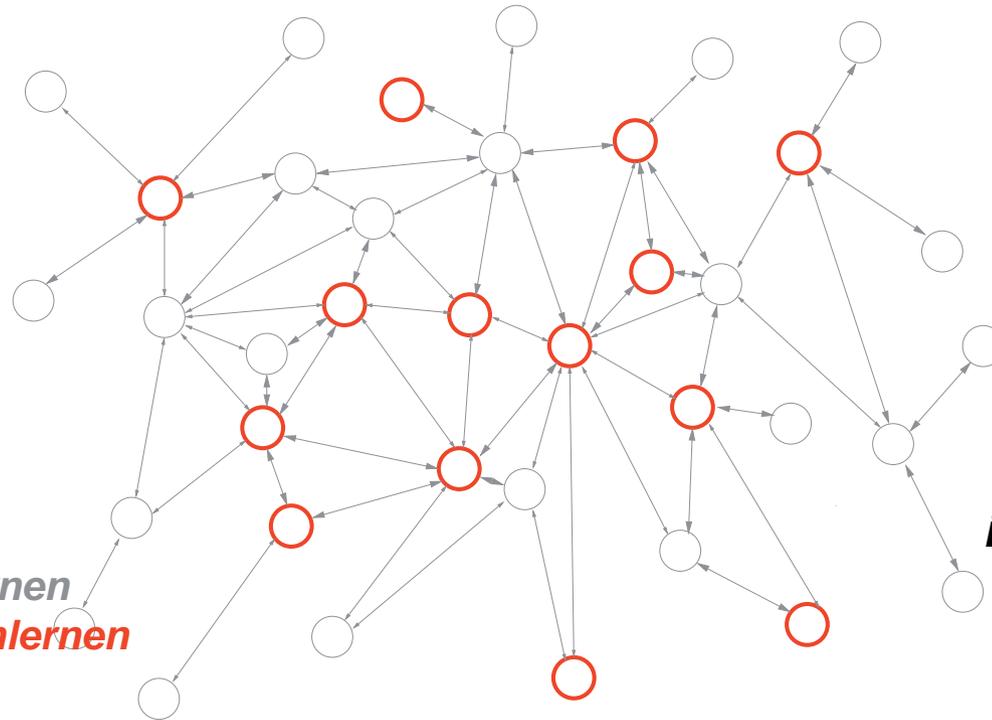
---

- ▶ im syst. Teilprojekt stehen  
Kommunikationsstrukturen im Vordergrund
- ▶ zum Ansatz des induktiven Lernens von  
Erwartungsstrukturen und dem Ansatz holonischer  
MAS als Middleware werden Nickles & Lorentzen  
morgen berichten
- ▶ es geht vor allem darum, wie Holonen (als  
Erweiterung des Mirror-Konzeptes)  
Erwartungsstrukturen durch Beobachtung von  
Interaktionen aufbauen können und daraus  
soz. Programme generieren, die auch ohne Agenten  
ausführbar sind

# Interaktionismus

## Gegenstand der Modellierung

Kommunikationsstrukturen  
Soziales Agentenwissen



**Lernstrategie**  
induktives Strukturlernen  
Klassifikation & Rahmenlernen

**informatischer Ansatz**  
Holonen als Middleware  
Interaktionsrahmen

# Notizen

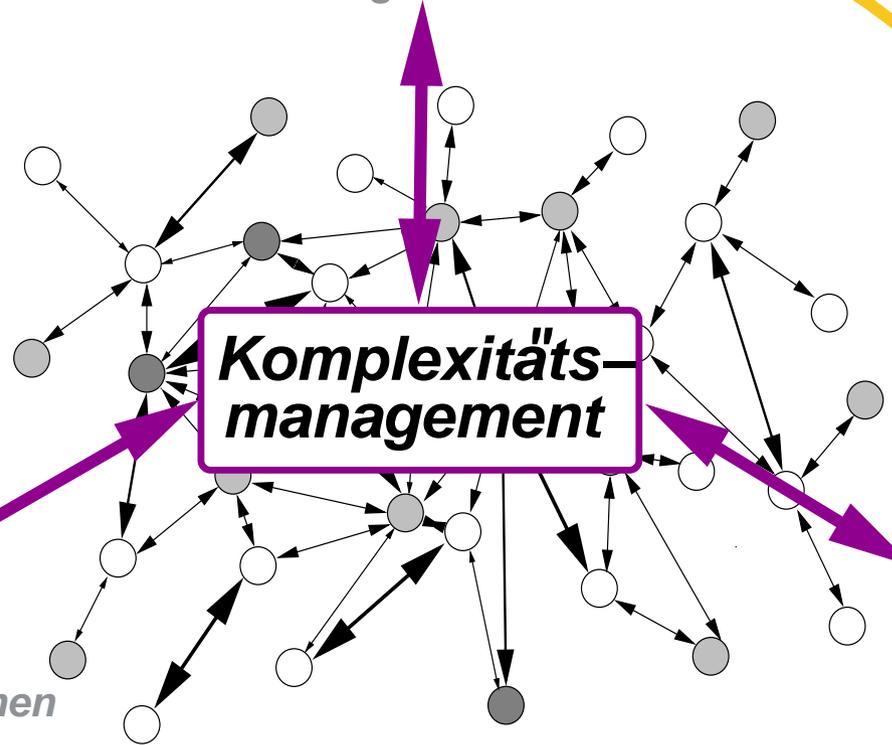
---

- ▶ in diesem Vortrag: int. Teilprojekt
- ▶ es geht hier statt um Kommunikation um die Agenten und ihr Wissen um soziale Strukturen
- ▶ auf Rahmen und Rahmenlernen im Zusammenhang mit Skalierung werde ich später noch eingehen

# Komplexitätsmanagement

## Gegenstand der Modellierung

Kommunikationsstrukturen  
Soziales Agentenwissen



## Lernstrategie

induktives Strukturlernen  
Klassifikation & Rahmenlernen

## informatischer Ansatz

Holonen als Middleware  
Interaktionsrahmen

# Notizen

---

- ▶ die Soziologen im Projekt, schliesslich, beschäftigen sich mit theoretischer Aufarbeitung der Skalierungsproblematik
- ▶ die von ihnen entwickelten Konzepte lassen sich unter dem Oberbegriff „Komplexitätsmanagement“ zusammenfassen
- ▶ KP und MS werden im Anschluss an diesen Vortrag darüber referieren

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
  - Interaktionismus, Systemtheorie & Komplexitätsmanagement
  - Kerninhalte
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
  - Interaktionismus, Systemtheorie & Komplexitätsmanagement
  - Kerninhalte
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Kerninhalte

---

In beiden Teilprojekten:

- ▶ Verwendung konstruktivistischer Sozialtheorien
- ▶ Betrachtung offener Systeme
- ▶ Philosophie:

*Sozionik = Kommunikationsempirie  
+ zielrationale Inferenz*

# Notizen

---

- ▶ Wir verwenden konst. Theorien, die sich gut für komplexe dynamische Systeme wie MAS eignen; sind im Stande, emergente Phänomene besser zu beschreiben, unterspezifizierte Systeme zu modellieren, können gut mit Dynamik und Unsicherheit umgehen
- ▶ Wir beschränken uns auf offene Systeme, in denen autonomieeinschränkende Maßnahmen nicht möglich sind

# Notizen

- ▶ Zentrale Einsicht aus Projektarbeit: Mehrwert der Sozionik liegt in Kombination von statist. Verarbeitung der Kommunikation und Verbindung mit zielgerichteter Inferenz (sei es auf Agenten- oder auf Systemebene).
- ▶ Kombination schon oft in der KI probiert, aber nicht bezogen auf Kommunikationsdaten (Abgrenzung ggü Machine Learning)
- ▶ Rationalität und high-level Inferenzmöglichkeiten bedeuten Abgrenzung von Artificial Life und sozialer Simulation → Potential

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
  - Interaktionismus, Systemtheorie & Komplexitätsmanagement
  - Kerninhalte
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
  - Interaktionismus, Systemtheorie & Komplexitätsmanagement
  - Kerninhalte
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
  - Interaktionismus vs. Skalierung
  - InFFrA & Anwendungen
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
  - Interaktionismus vs. Skalierung
  - InFFrA & Anwendungen
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Interaktionismus vs. Skalierung

- ▶ „Skalierbarkeit“ im Interaktionismus?
- ▶ Skalierungsbegriff:

	<i>quantitativ</i>	<i>qualitativ</i>
<i>Elemente</i>	Anzahl	Heterogenität
<i>Relationen</i>	Densität	Selektivität

- ▶ interaktionistisch interpretiert:
  - Elemente = Handlungen
  - Relationen = Verknüpfungen zu Interaktionen

# Notizen

---

- ▶ Zunächst mal: rein intuitiv scheint das ein Widerspruch zu sein – Int. betrachtet nur Mikro-Konstellationen, wenig Akteure, überschaubare Zusammenhänge zwischen Handlungen flüchtige soziale Prozesse,
- ▶ Betrachten wir das mal genauer anhand des im Projekt entwickelten Skalierungsbegriffes (Soziologen werden dazu ausführlicher sprechen) – Matrix erklären
- ▶ Elemente/Relationen syst. Begriffspaar, was bedeutet das im int. Kontext?

# Interaktionismus vs. Skalierung

- ▶ nur *qualitative* Skalierung möglich:
  - Heterogenität der Handlungstypen und
  - Selektivität der Relationen zwischen ihnen in Interaktionsverläufen
- ➔ **Mikroskalierung**
- ▶ Interaktionistischer Ansatz:
  - „Akteurskognition“ als Steuerungsinstanz
  - „Rahmen“ als Steuerungsinstrument

# *Interaktionismus vs. Skalierung*

---

Zentrale Fragestellung:

*Kann soziale Kognition auf der Basis von  
informatisch operationalisierten  
Rahmungsprozessen zu skalierbaren  
MAS beitragen?*

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
  - Interaktionismus vs. Skalierung
  - InFFrA & Anwendungen
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
  - Interaktionismus vs. Skalierung
  - InFFrA & Anwendungen
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

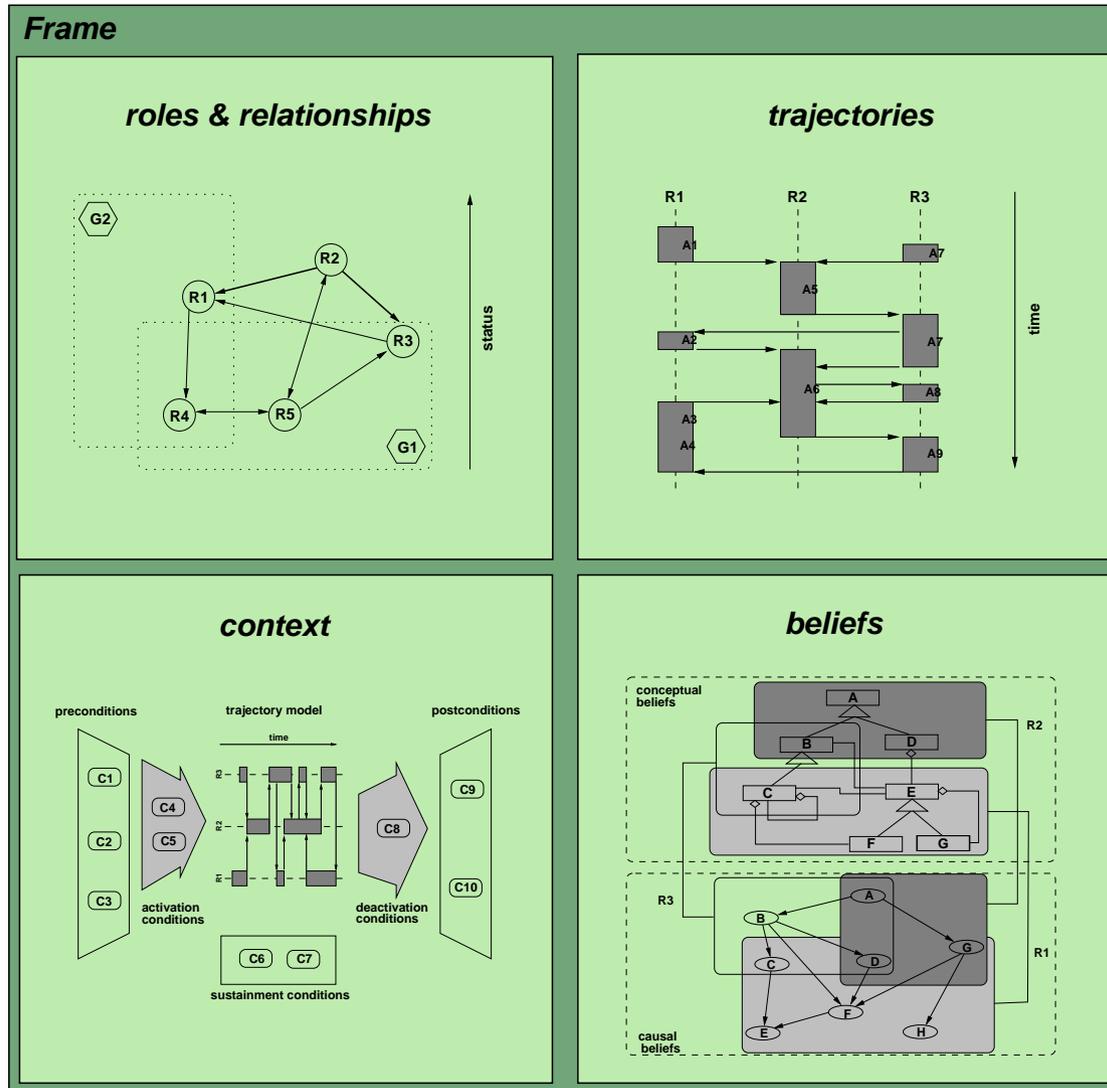
- ▶ *Interaction Frames* and *Framing* agent architecture
- ▶ basiert auf informatischen Modellen von
  - Interaktionsrahmen und
  - Methoden zur Steuerung von Kommunikationsprozessen
- ▶ Details: siehe Poster Session

# Notizen

---

- ▶ Die Agentenarchitektur InFFrA ist schon in Tutzing vorgestellt worden (bei Interesse können Details in der Poster Session besprochen werden)
- ▶ Wichtig: die Architektur basiert auf der Prozessierung von Interaktionsrahmen, bietet für Einzelagenten Möglichkeit mit Hilfe von Rahmen effektiv zu kommunizieren und sich mit anderen zu koordinieren

# InFFrA: Interaktionsrahmen

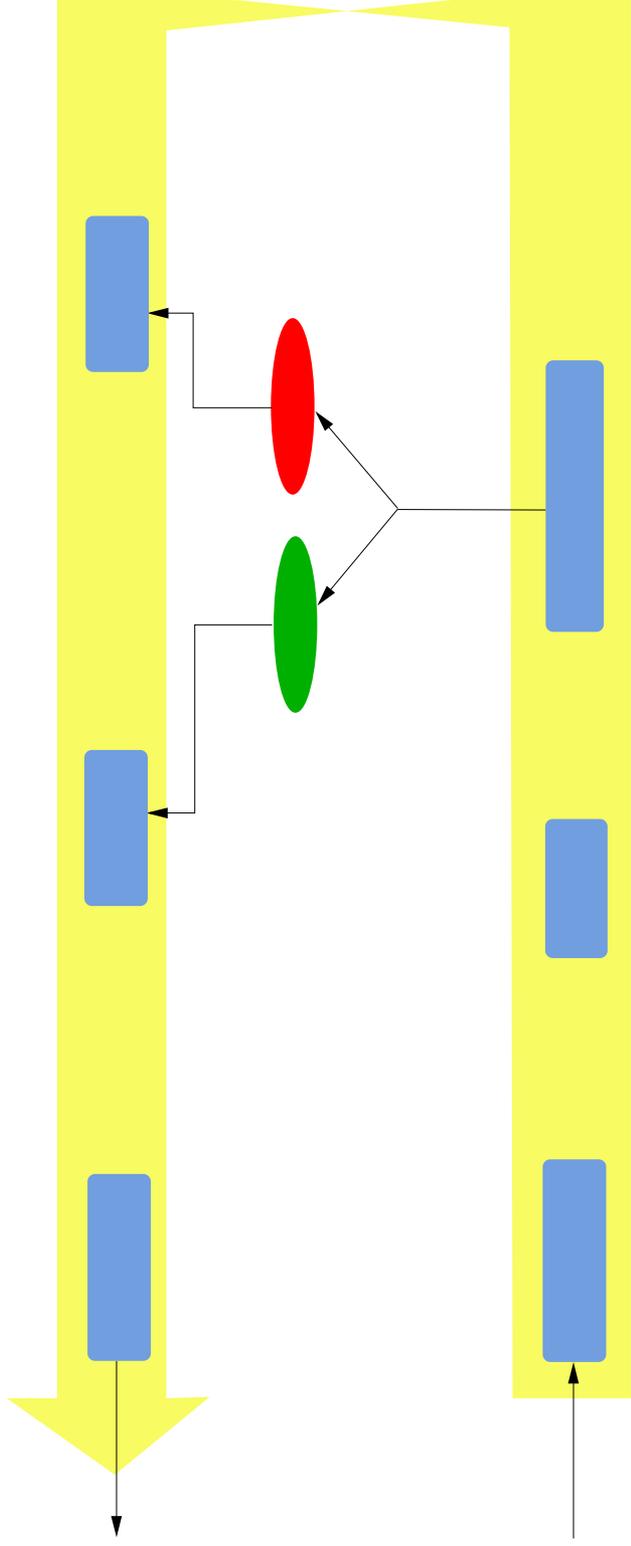


# Notizen

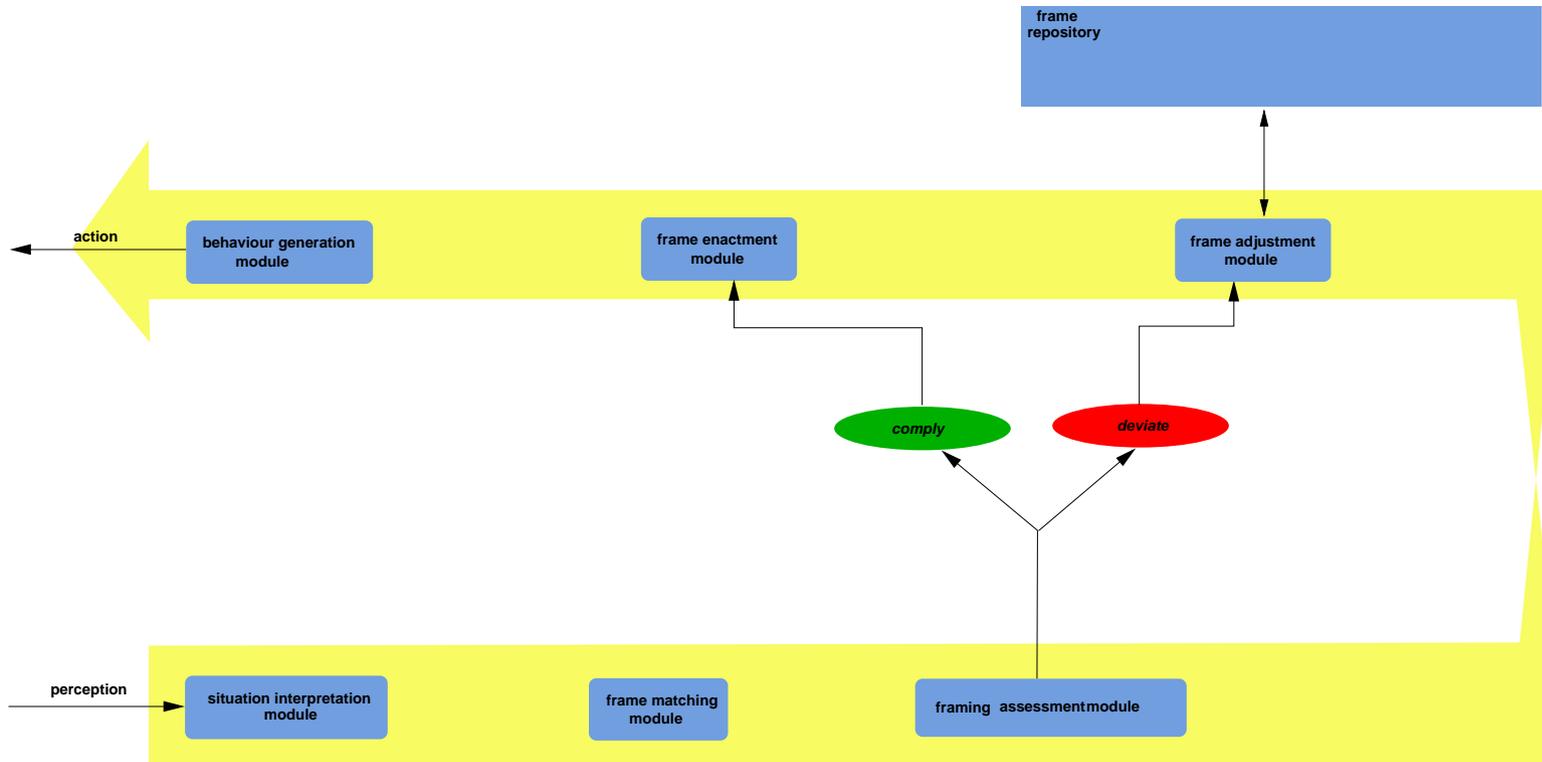
---

- ▶ Rahmen enthalten Rolleninformation, Information über den Verlauf von Interaktionen, Kontextinformation bzgl. Umweltbedingungen vor, nach und während der Rahmenausführung und Informationen über das Wissen der beteiligten Akteure

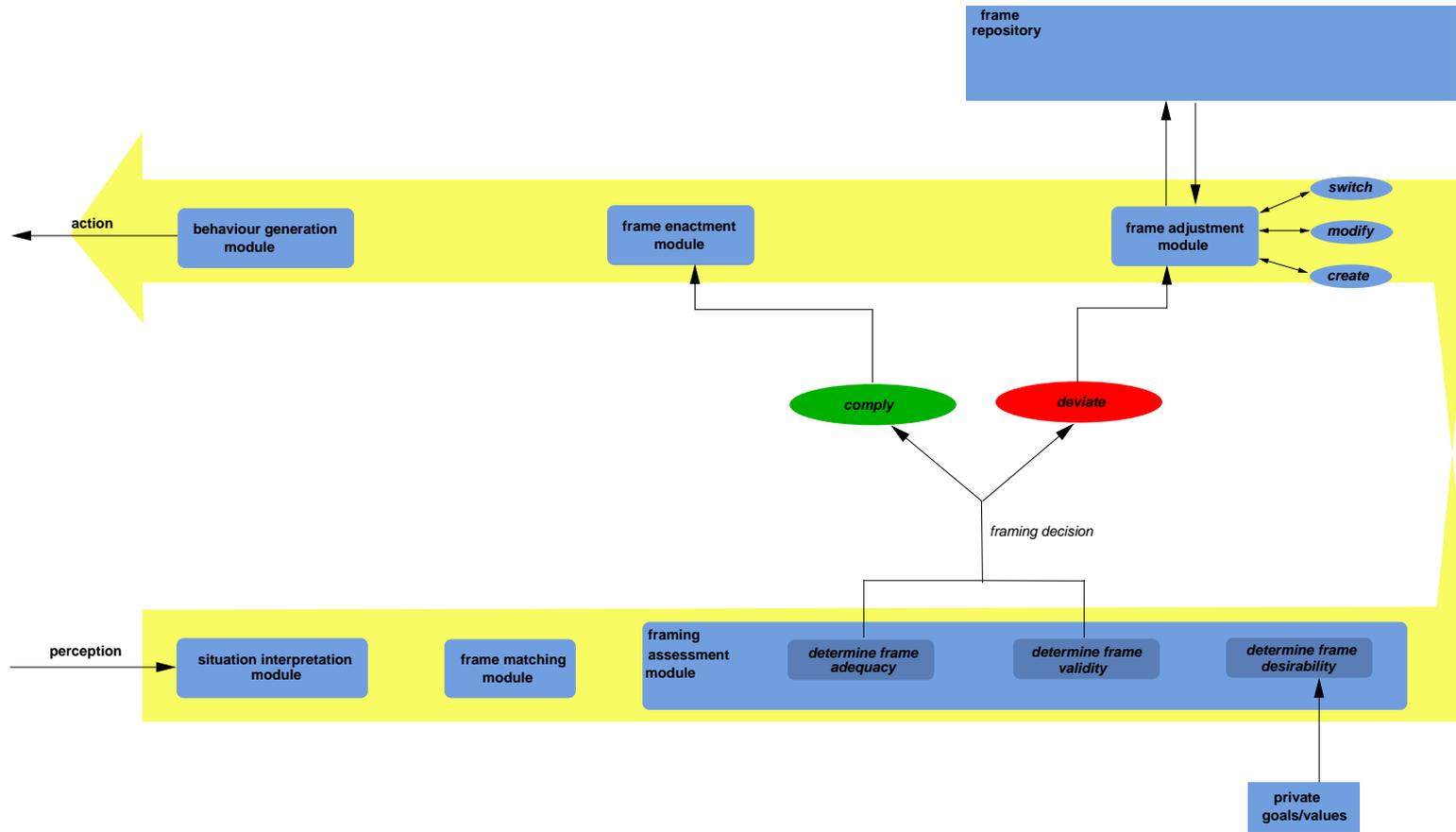
# InFFra: Inferenzmodell



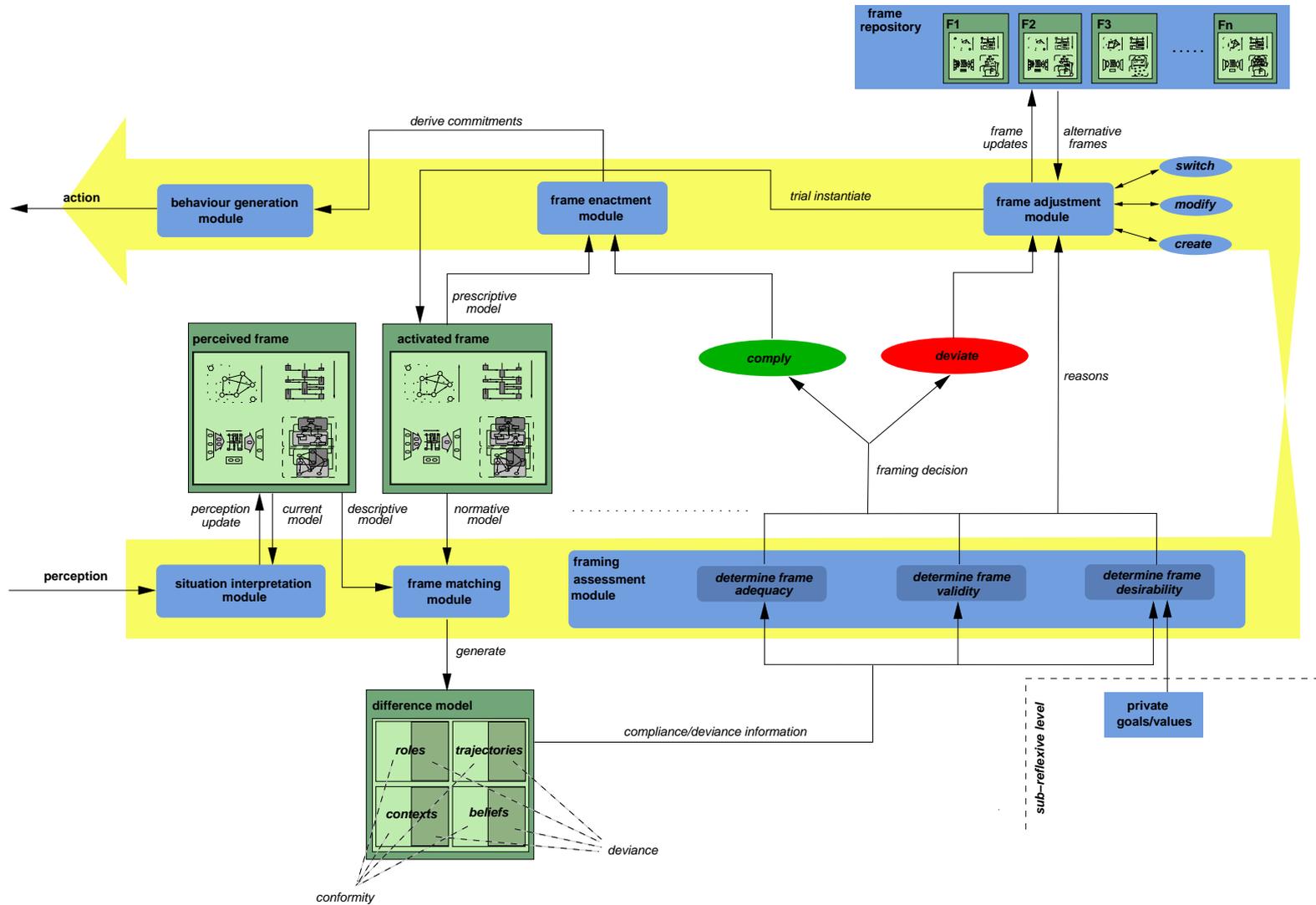
# InFFra: Inferenzmodell



# InFFra: Inferenzmodell



# InFFra: Inferenzmodell

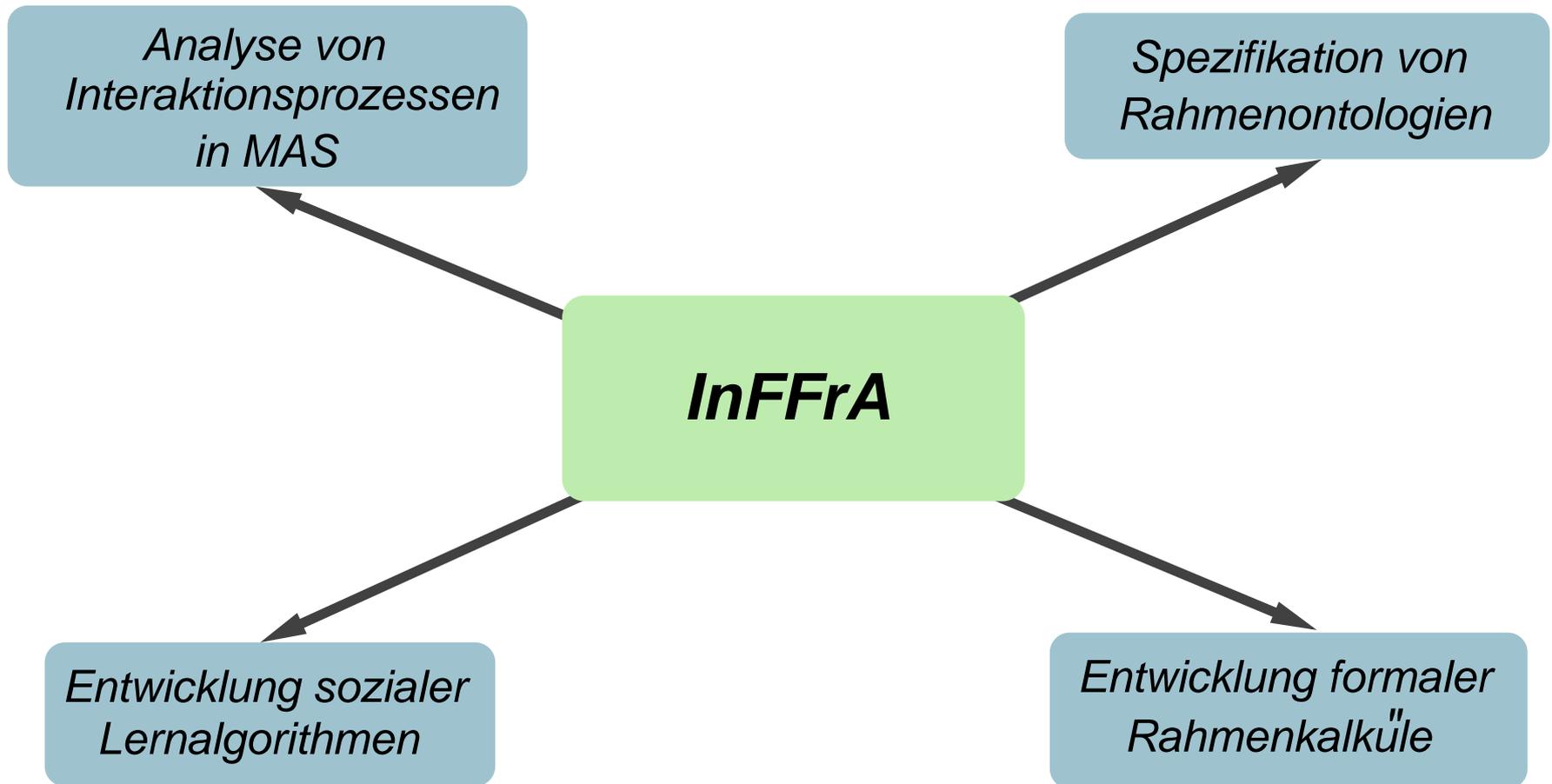


# Notizen

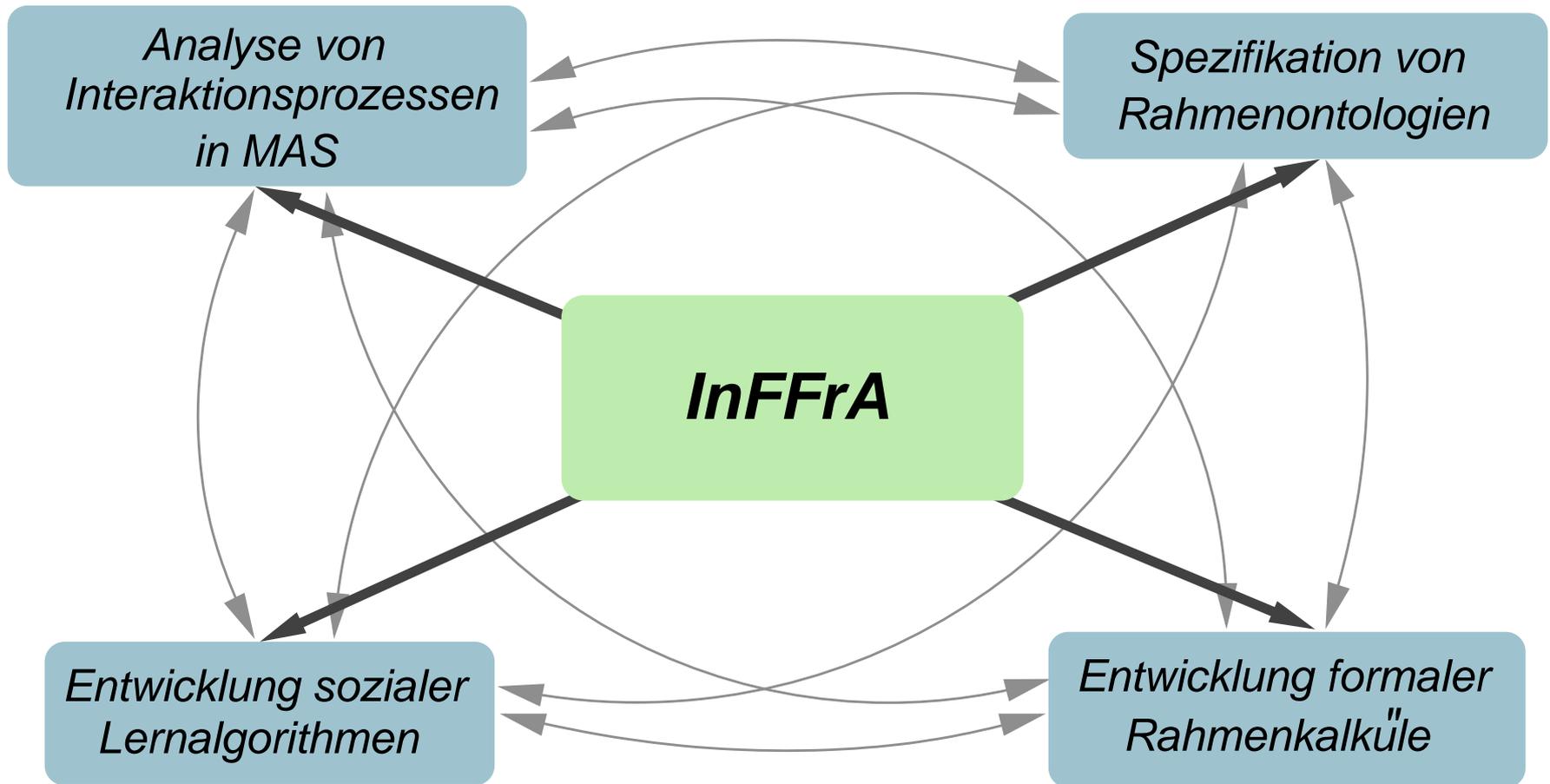
---

- ▶ Inferenzmodell erlaubt es Agenten, flexibel in verschiedenen Interaktionssituationen unterschiedliche Rahmungen vorzunehmen,
- ▶ er kann auch neue Rahmen konstruieren und zu seiner Datenbank hinzufügen
- ▶ und die sozialen Rahmungsprozesse geschehen immer in Abstimmung mit den individuellen Zielen des Agenten.

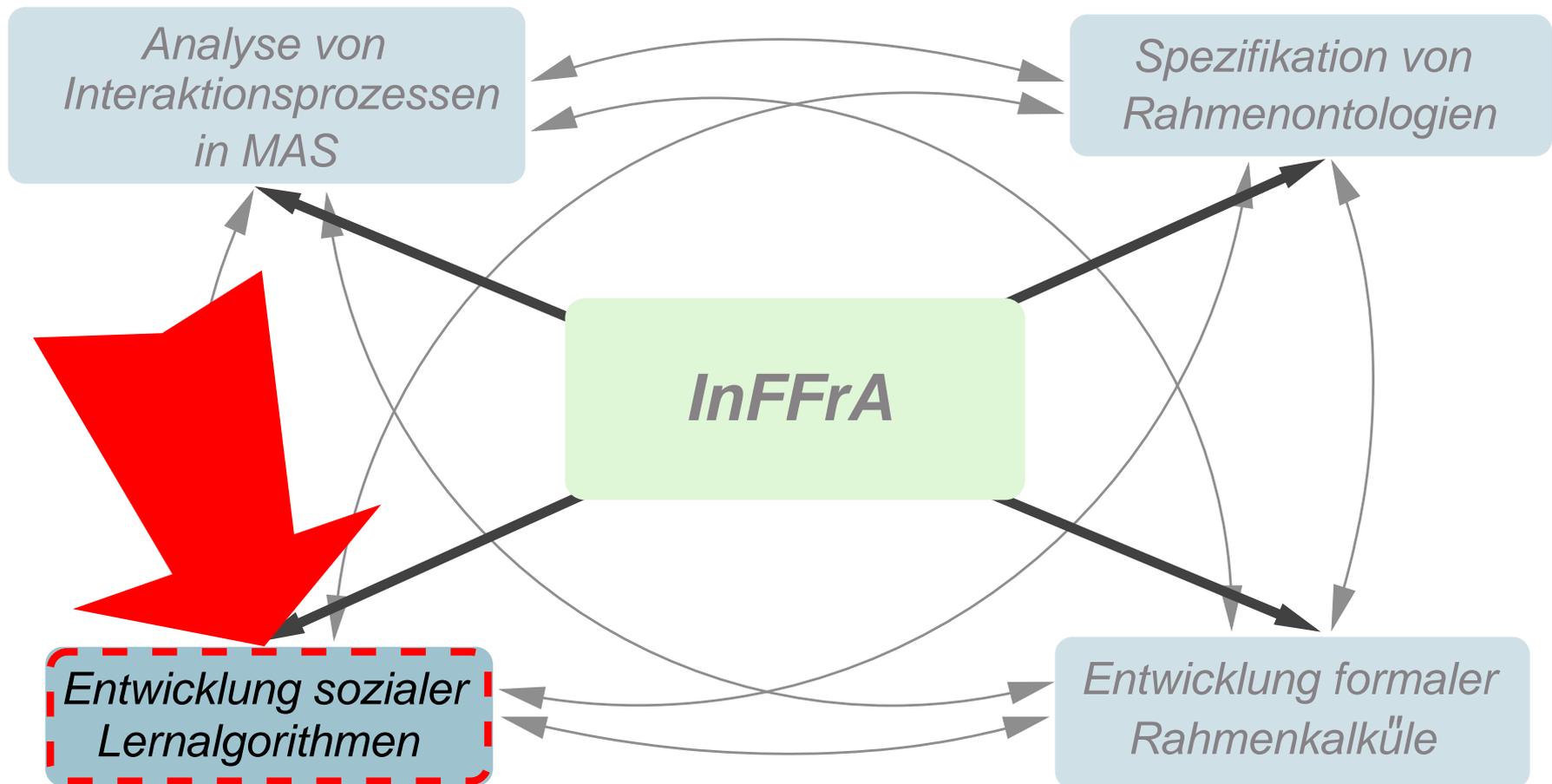
# InFFra: Anwendungen



# InFFrA: Anwendungen



# InFFrA: Lernalgorithmen



# Notizen

---

- ▶ InFFrA kann in vielerlei Hinsicht eingesetzt werden: zu Spezifikation und Analyse läuft gerade eine Diplomarbeit, an formalen Kalkülen wird in Zukunft gearbeitet werden
- ▶ heute möchte ich mich auf ein (das interessanteste) Anwendungsfeld konzentrieren: die Entwicklung sozialer Lernalgorithmen
- ▶ möchte Skalierungsproblematik in mithilfe von InFFrA entwickelten System zur Gegnerklassifikation diskutieren, insbesondere „Mikroskalierung“ daran veranschaulichen

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
  - Interaktionismus vs. Skalierung
  - InFFrA & Anwendungen
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
  - Interaktionismus vs. Skalierung
  - InFFrA & Anwendungen
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
  - Interaktionismus vs. Skalierung
  - InFFrA & Anwendungen
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

# AdHoc

---

- ▶ AdHoc = *Adaptive Heuristic for Opponent Classification*
- ▶ AdHoc-Agenten klassifizieren ihre Gegner in iterierten Multiagentenspielen
- ▶ Anzahl der Klassen dynamisch (anfangs 0)
- ▶ Modell einer Klasse  $c =$ 
  - deterministischer endlicher Automat
  - + Q-Tabelle
  - + Interaktionsbeispiele
  - + Ähnlichkeitswerte

# Notizen

---

- ▶ Bei Beschreibung des Aufbaus von Gegnerklassen auf InFFrA verweisen: Rahmen = Klasse, Rollen=Ego+Alter, Trajektorienmodell = Automat, Kontext = Q-Tabelle, Wissen = leer, Rahmenerfahrungen = Interaktionsbeispiele + Ähnlichkeitswerte + Q-Tabelle (=Erfahrung der Konsequenzen)

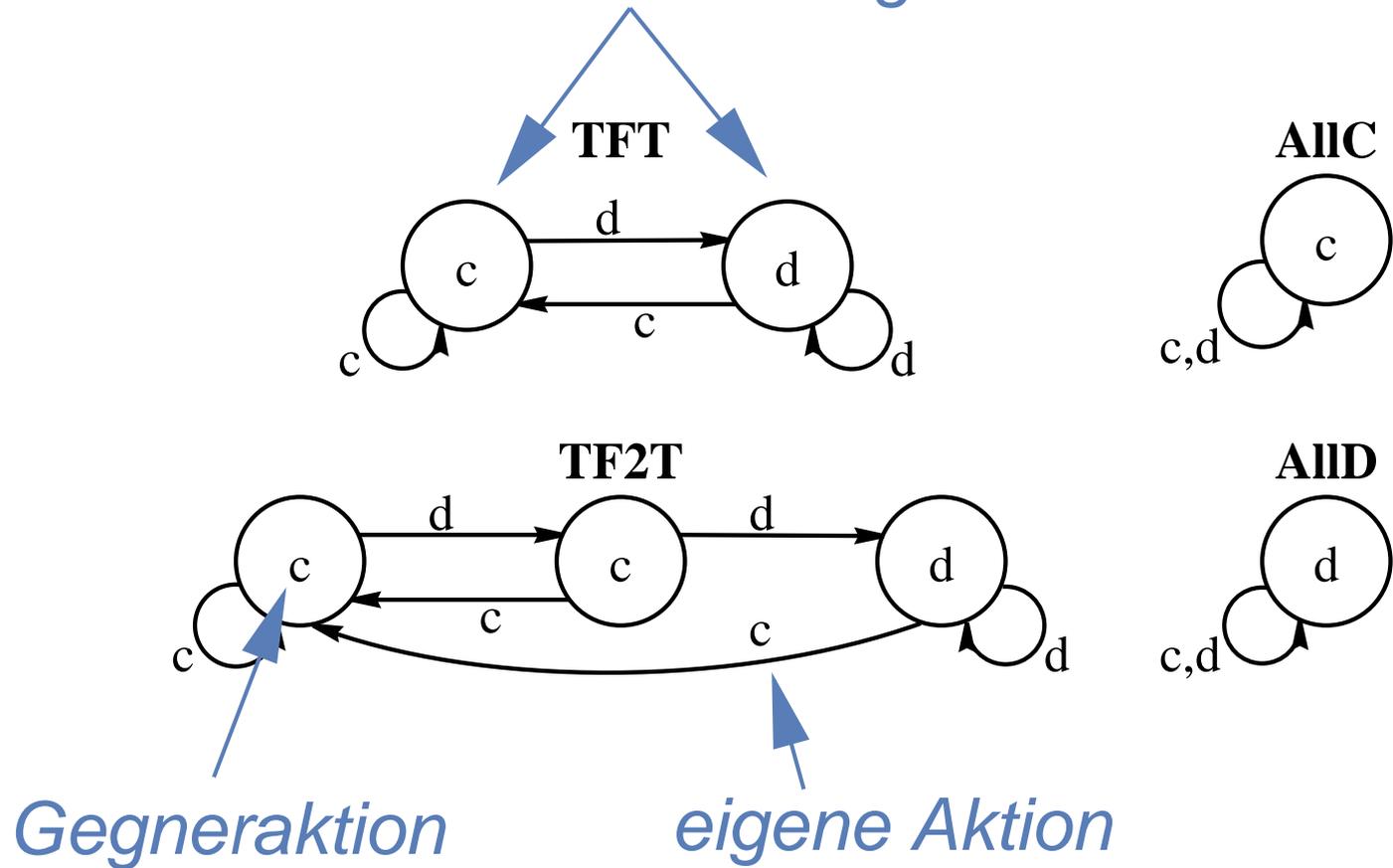
- ▶ *Ähnlichkeit(Agent, Klasse) = Anteil korrekt vorhergesagter Spiele*
- ▶ Q-Lernen zum Erlernen einer optimalen Strategie [Watkins & Dayan 1992]
- ▶ Modellierung des Gegnerverhaltens als Automat [Carmel & Markovitch 1996]
- ▶ Spielszenario:
  - feste Anzahl Gefangenendilemma-Spiele
  - zufällige Partner
  - stetig zunehmende Gegneranzahl

# Notizen

- ▶ Lernen der Automaten und lernen der opt. Strategie beruhen auf bewährten Verfahren, wir steuern Klassifikation bei
- ▶ Interaktionsszenario = Gefangenendilemma (einfach, Probleme bekannt)
- ▶ (sozionische) Überlegung:
  - emp. Aufzeichnung der Interaktionserfahrung kombiniert mit Agentenrationalität
  - unmöglich, sich auf jeden Gegner einzustellen (social bounded rationality)
- ▶ ideales Beispiel für Mikroskalierung

# AdHoc

Zustände des Gegners



# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

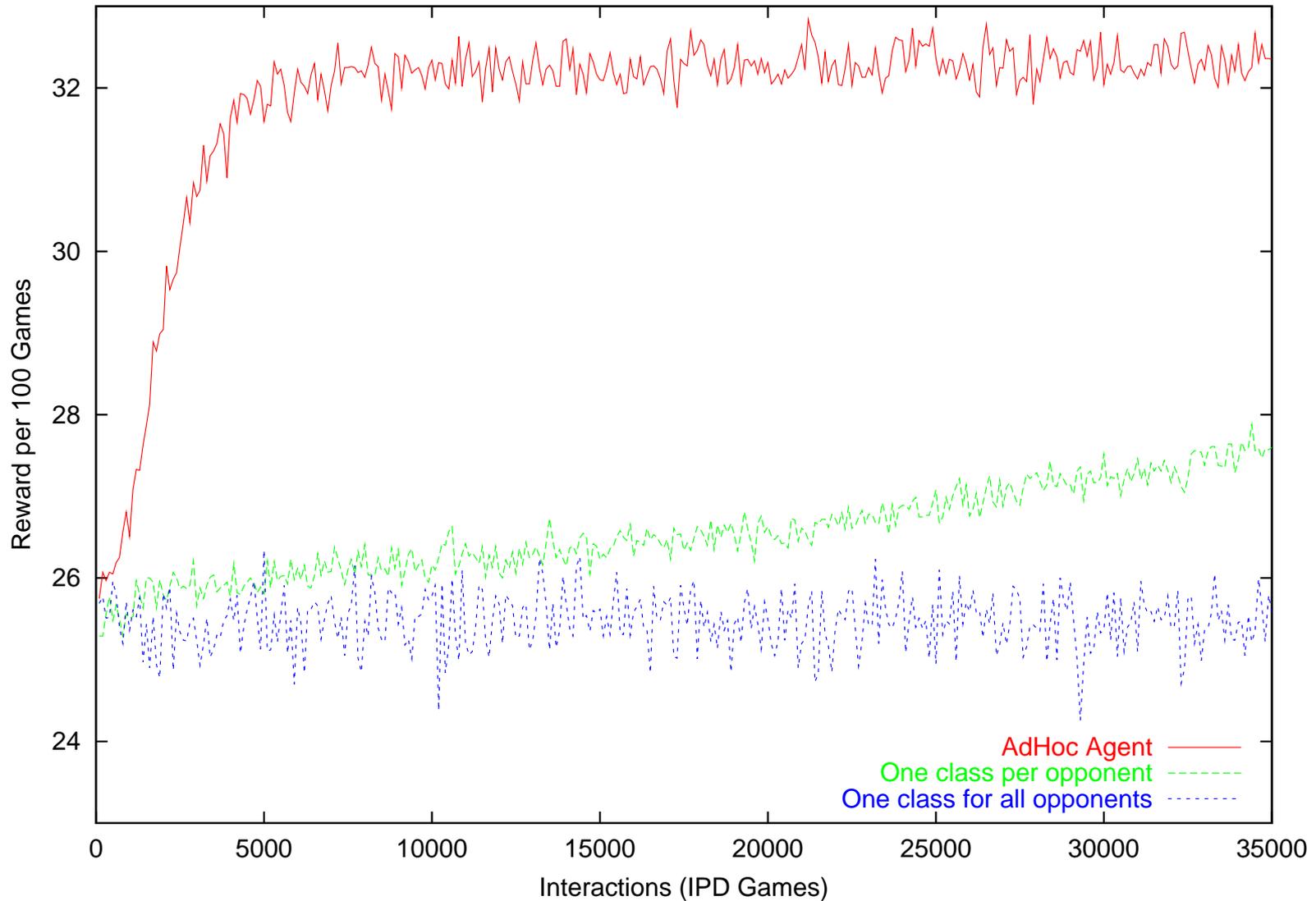
- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

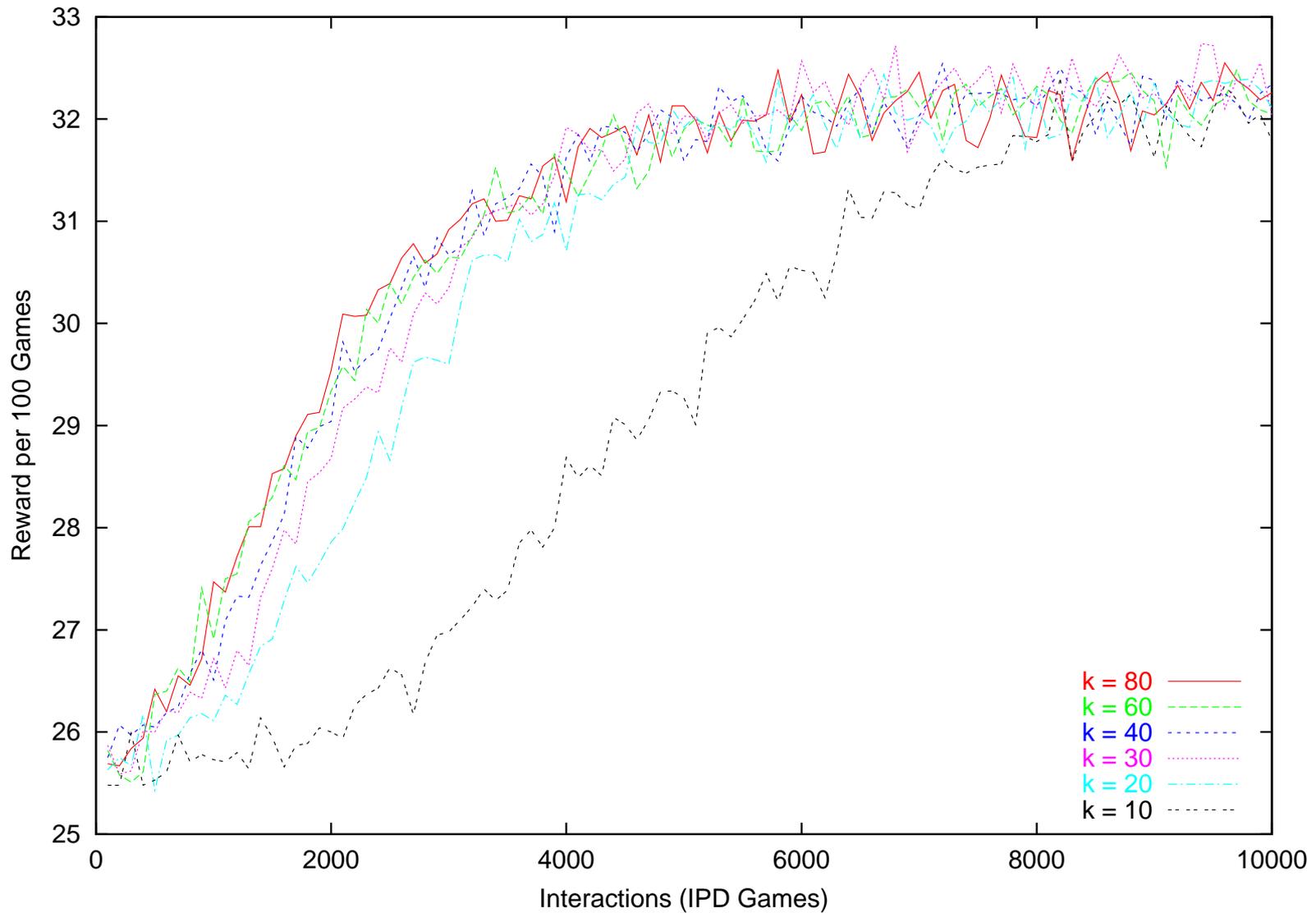
# Simulationsergebnisse



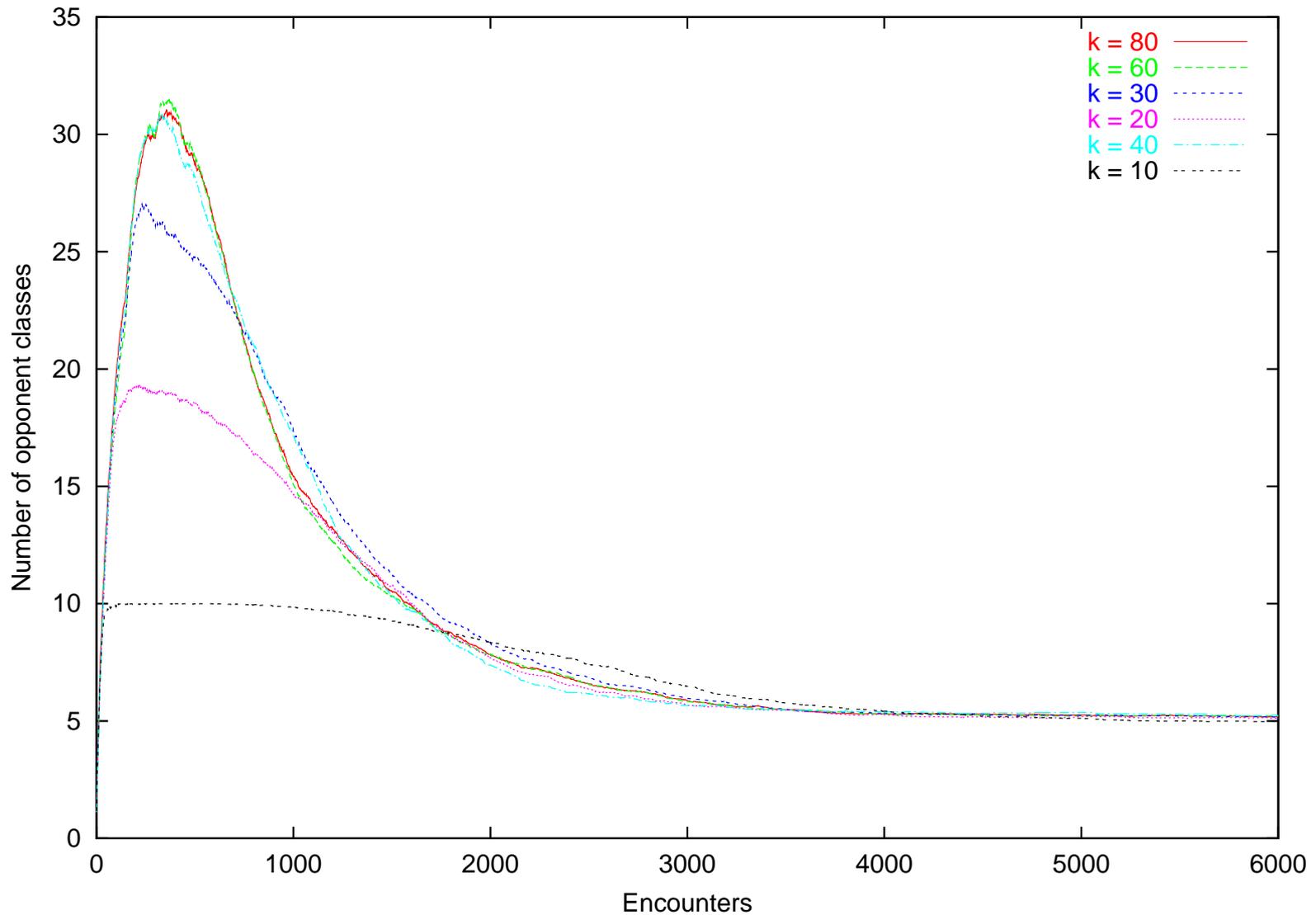
# Notizen

- ▶ hier sieht man zunächst mal beeindruckende Performance gegenüber „perfekt rationalem“ und „dummen“ Agenten
- ▶ dargestellt sind Spiele gegen Gegner mit beliebigen Strategien, wobei alle 150 Runden Agenten addiert wurden
- ▶ *Highlight:* Vorteil von AdHoc: Verwendung der Erfahrungen von Spielen mit verschiedenen Gegnern zur Entwicklung einer Strategie → mehr Daten pro Modell
- ▶ „perfekt rationaler“ Agent erreicht selbes Ziel, aber in unrealistischer Zeit

# Simulationsergebnisse



# Simulationsergebnisse



# Notizen

- ▶ hier: künstlicher Versuch, Fähigkeiten der Agenten weiter einzuschränken (obere Schranke der zulässigen Klassen)
- ▶ man sieht, daß (bis auf  $k=10$ ) das kaum einen Einfluss hat, bzw. nur die Lerngeschwindigkeit etwas hemmt
- ▶ Schlußfolgerung: man braucht eine ausreichende Flexibilität, um auf einzelne Ungereimtheiten zu reagieren, aber insgesamt ist „soziale Komplexitätsreduktion“ eine gute Strategie
- ▶  $k > 40$  ist sinnlos → manchmal bringt es gar nichts, zuviel Komplexität zuzulassen

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

# Skalierungsprobleme?

---

▶ „kein“ Problem:

- Anzahl der Gegner/Gegnerstrategien
- Komplexität der Gegnerstrategien
- (Komplexität der Interaktionen)

▶ Problem:

***AdHoc-Agenten gegen AdHoc-Agenten!***

# Notizen

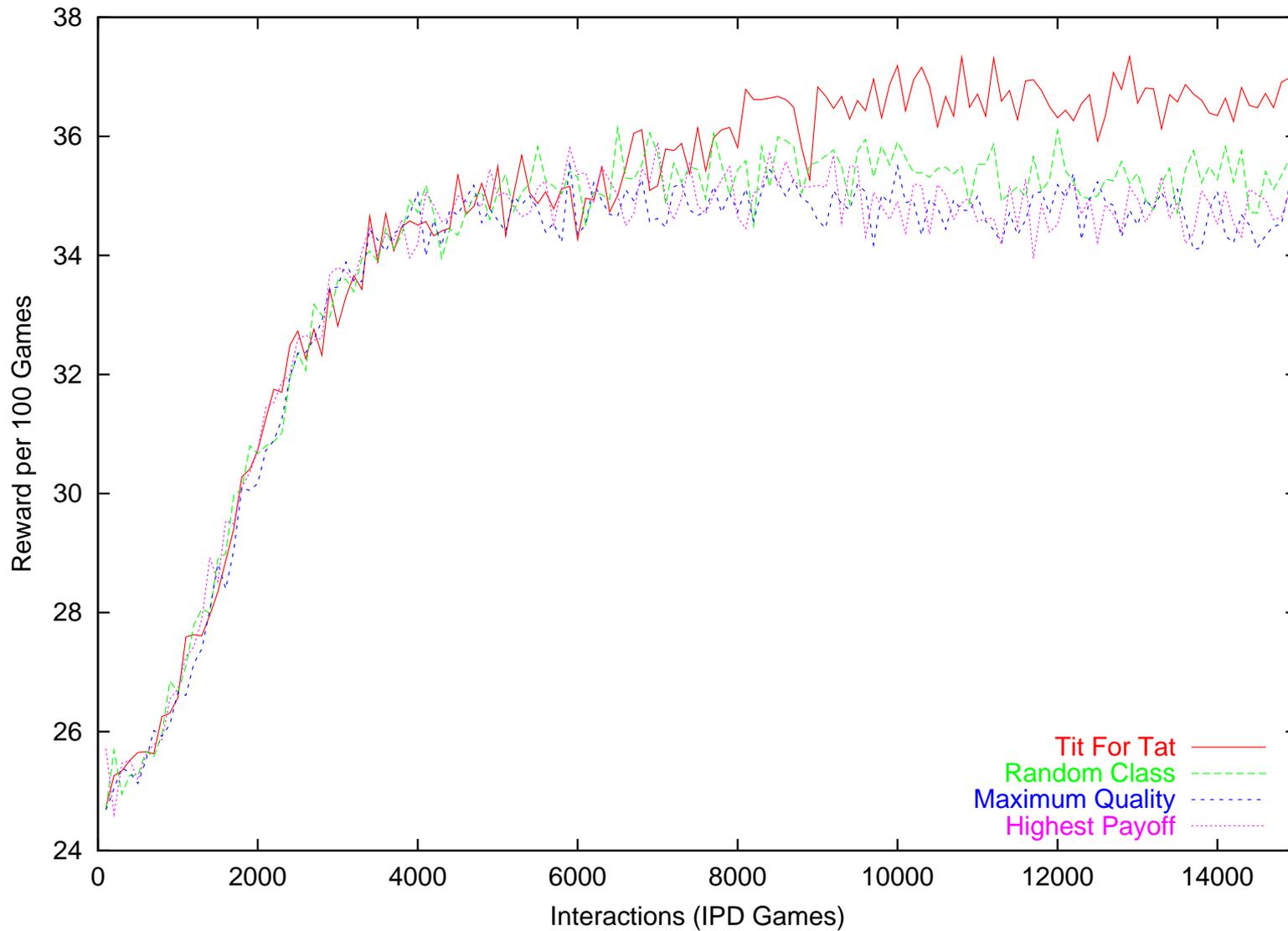
---

- ▶ bei AdHoc vs. AdHoc scheinbar zufälliges Verhalten, keine erkennbaren Strategien
- ▶ Problem: für das Lernen ist immer wieder Exploration notwendig, und die ist nicht mit der Automatendarstellung vereinbar

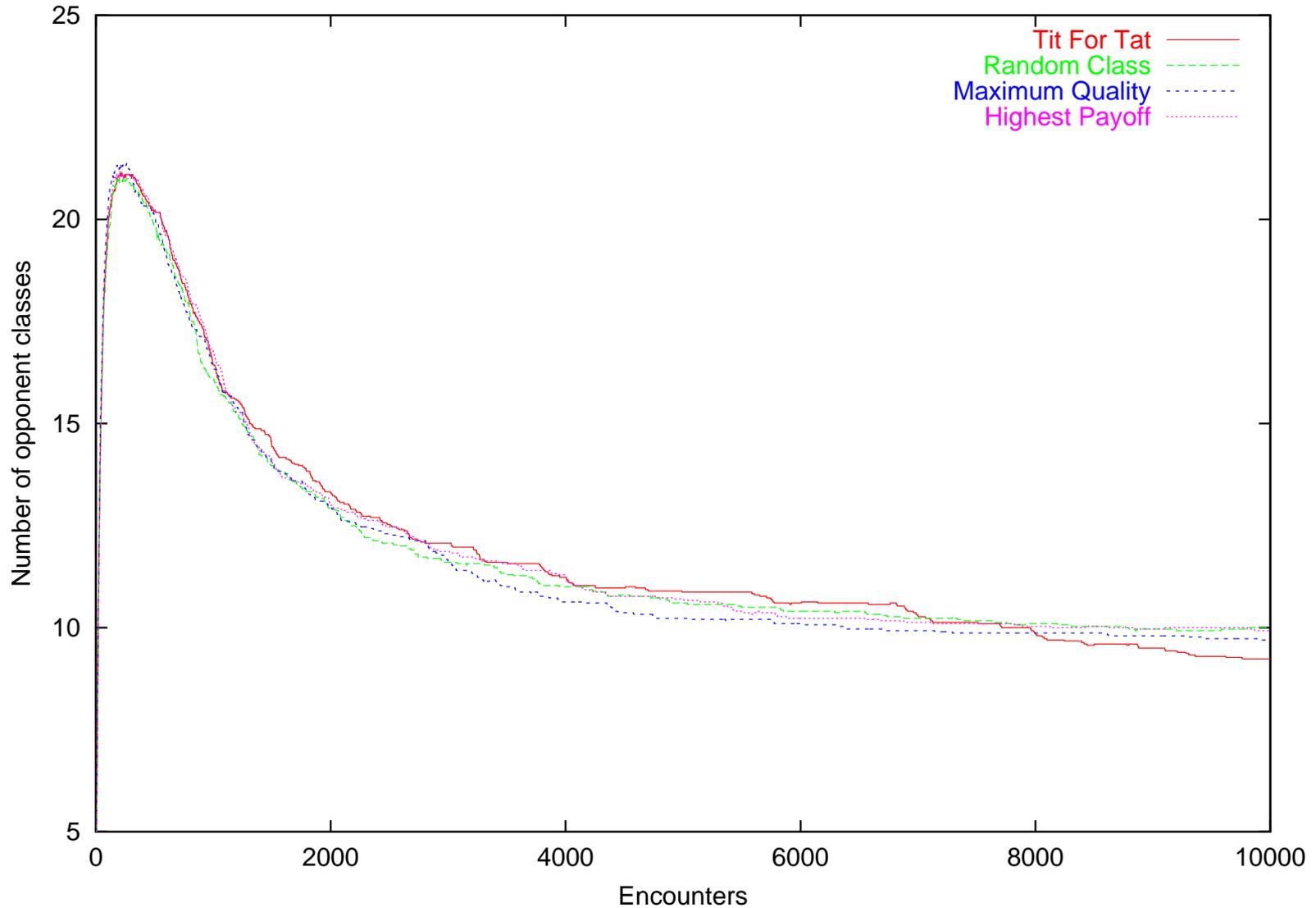
# Skalierungsprobleme?

- ▶ Ursache: „Identitätslosigkeit“ explorierender Agenten
- ▶ Lösung: Wahl fester Strategie bei Inkonsistenz des Gegnerverhaltens („De-Skalierung“)
- ▶ Wahl dieser Strategie:
  - Fix (z.B. TIT FOR TAT)
  - zufällige Gegnerstrategie
  - Gegnerstrategie mit maximalem Payoff
  - Gegnerstrategie mit höchster „Qualität“

# Simulationsergebnisse



# Simulationsergebnisse



# Skalierungsprobleme?

- ▶ Ursache: „Identitätslosigkeit“ explorierender Agenten
- ▶ Vermutung: Verbindung

***Skalierungsmechanismus***



***Interaktionskomplexität***

problematisch

- ▶ Lösungen?

# Notizen

- ▶ Problem: von AdHoc-Agenten kann nichts „erwartet werden“
- ▶ Es spielt offenbar (Vermutung) beim Lernen der Interaktionen die kognitive Komplexität der Beteiligten mit rein
- ▶ Vorstrukturierung notwendig? ➡ Schlag ins Gesicht der Konstruktivisten?
- ▶ Man kann versuchen, Formalismen zu verwenden, die chaotisches Gegnerverhalten zulassen, aber funktioniert das?

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

# Übersicht

---

- ▶ ConStruct
- ▶ Mikroskalierung
- ▶ Experimente & Ergebnisse
  - Gegnerklassifikation mit AdHoc
  - Simulationsergebnisse
  - Skalierungsproblem(e)?
- ▶ Zusammenfassung

# Zusammenfassung

---

- ▶ Stand im ConStruct-Projekt
- ▶ Rahmenbasierte Agentenarchitektur
- ▶ Anwendung zur Gegnerklassifikation
- ▶ Skalierung, Mikroskalierung und De-Skalierung
- ▶ Ausblick

# Notizen

---

- ▶ Ausblick: Verlinkungsszenario, komplexere Interaktionen
- ▶ insbesondere Sprache und emergente Semantiken zwischen rahmenden Agenten
- ▶ quantitative Skalierung amn Anfang so abgetan, trotzdem Hoffnung, das mithilfe von Organisation zu bekommen