Seminar Spiele KI

Vortrag 2: Entscheidungsarchitekturen für Spiele

Felix Gebauer
winf2662@fh-wedel.de

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vortragsgliederung:

1. **Einleitung**
2. Entscheidungsbäume
3. Nutzentheorie
   a. Bayessches Netz
   b. Evidenztheorie von Dempster und Shafer
4. Goal-Oriented Action Planning (GOAP)
5. Influence Maps, Resource Allocation Trees, Dependency Graphs

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anforderungen an die Spiele-KI:

Die Entscheidungen, die eine KI trifft, sollten

- anpassungsfähig,
- richtig,
- realistisch,
- möglichst menschlich sein und
- Spaß machen (den Spieler herausfordern).

Eine KI sollte möglichst verschiedene Persönlichkeit besitzen und ausleben können.
Eine KI sollte verschiedene Schwierigkeitsgrade besitzen.

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

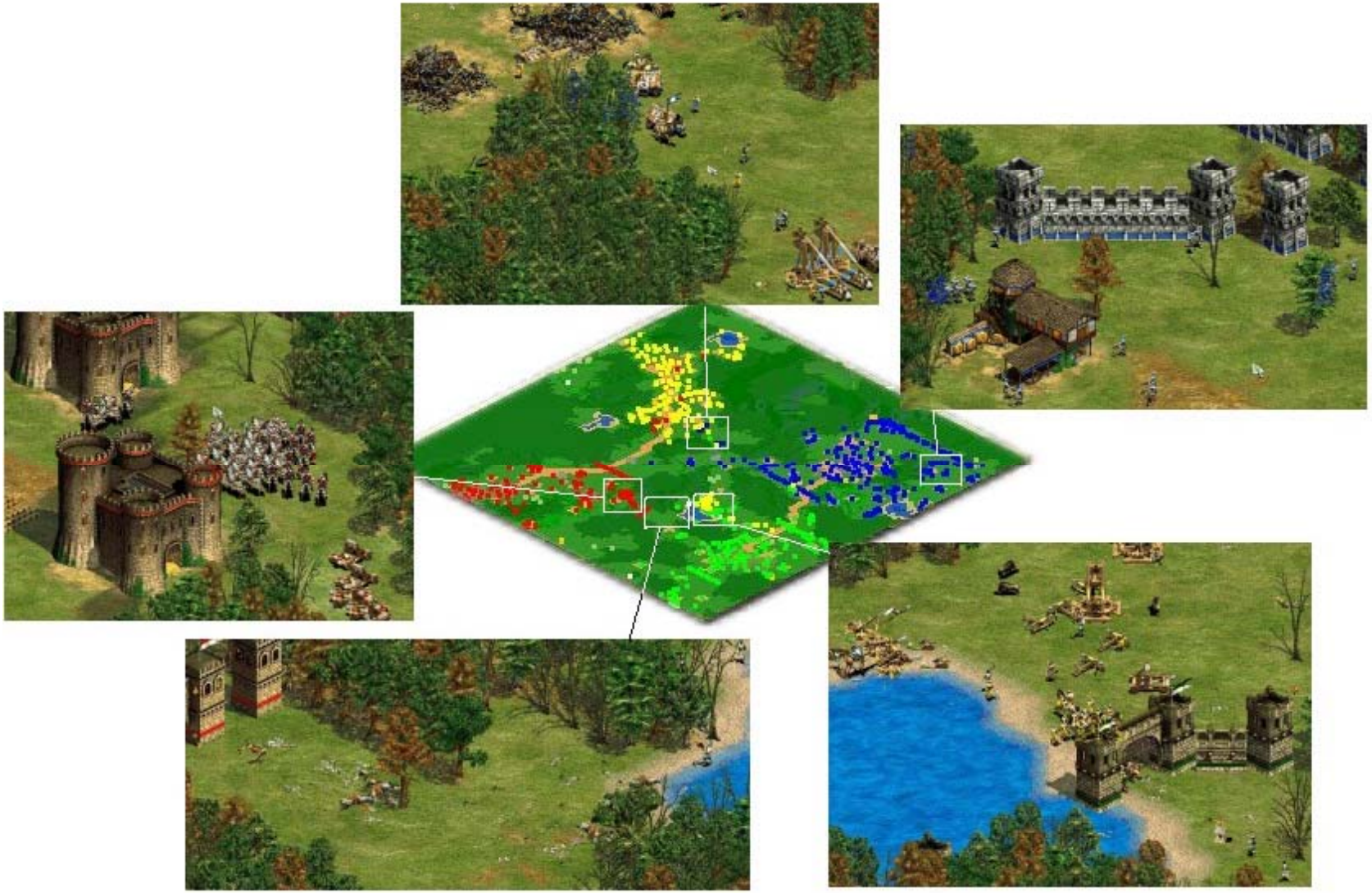
Mögliche Entscheidungen in Strategiespielen:

- Welchen Gegner greife ich an?
- Wo greife ich den Gegner an und wie greife ich ihn an?
- Wo muss ich mit einem gegnerischen Angriff rechnen und mit was für einem Angriff muss ich rechnen?
- Welche Einheiten/Gebäude/Technologien brauche ich?
- Welche Ressourcen brauche ich dafür und wie komme ich an diese heran?
- Wie setze ich gegebene Ressourcen am besten ein?
- Wie setze ich gegebene Einheiten am besten ein?
- Welche Gebiete muss ich erkunden/ständig überwachen?
- Wann ist es sinnvoller, einen Standort aufzugeben, anstatt ihn weiter zu verteidigen?
- Wann ist es sinnvoller, einen Angriff abzubrechen, anstatt weiter anzugreifen?

to be continued…

Seminar Spiele KI
Entscheidungsarchitekturen für Spiele
1. Einleitung

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

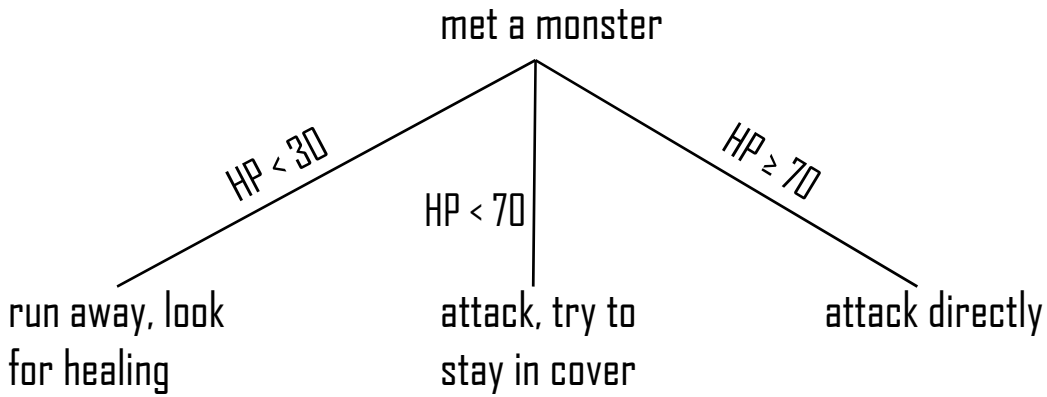
Vortragsgliederung:

1. Einleitung
2. **Entscheidungsbäume**
3. Nutzentheorie
   a. Bayessches Netz
   b. Evidenztheorie von Dempster und Shafer
4. Goal-Oriented Action Planning (GOAP)
5. Influence Maps, Resource Allocation Trees, Dependency Graphs

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

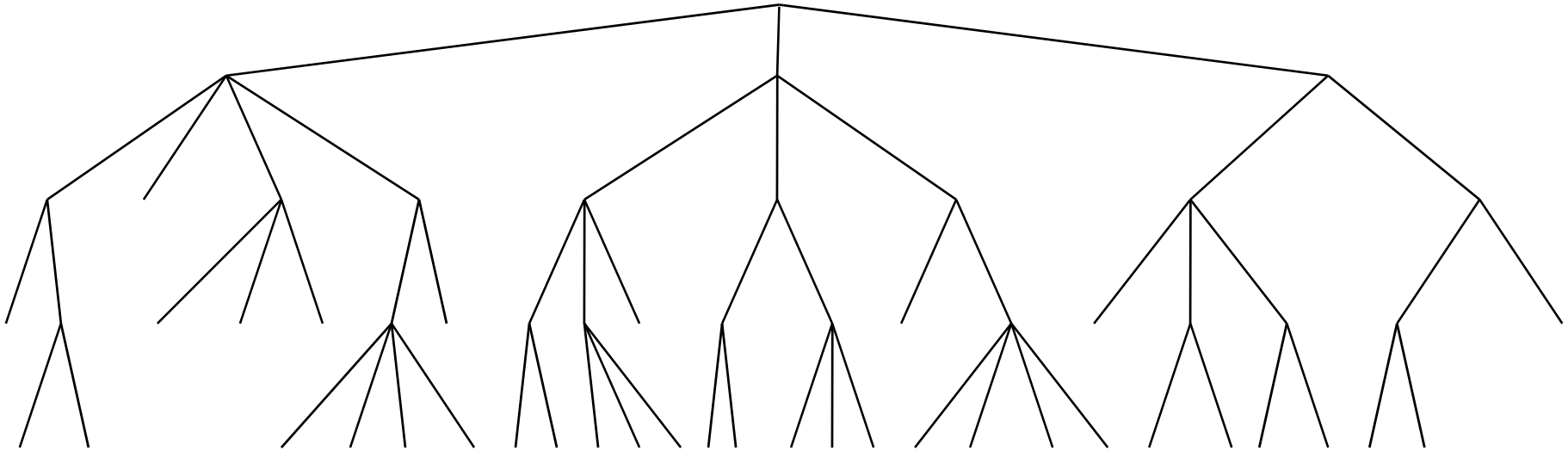
ein einfacher Entscheidungsbaum:

```
if (HitPoints < 30) then
        run away and look for healing

else if (Hitpoints < 70) then
        attack but try to stay in cover

else  attack directly
```



fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

ein nicht mehr ganz so einfacher Entscheidungsbaum:



fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Nachteile eines Entscheidungsbaumes:

- unflexibel; der Programmierer muss jede mögliche Spielsituation bedenken und programmieren
- wird sehr schnell zu komplex, ist dann kaum noch vernünftig zu lesen
- für den Spieler schnell zu durchschauen, da die KI immer gleich reagieren wird; keine große Herausforderung, weniger Spielspaß
- das resultierende Verhalten der KI ist nicht unbedingt menschlich
- in komplexen Bäumen sind Fehler nur sehr schwer zu finden und zu beheben; eine effiziente Wartung ist kaum möglich

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vortragsgliederung:

1. Einleitung
2. Entscheidungsbäume
3. **Nutzentheorie**
   a. Bayessches Netz
   b. Evidenztheorie von Dempster und Shafer
4. Goal-Oriented Action Planning (GOAP)
5. Influence Maps, Resource Allocation Trees, Dependency Graphs

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

erwarteter Nutzen:

Summe über alle Situationen, die eine Aktion auslösen kann:
(Eintrittswahrscheinlichkeit einer Situation * Nutzen dieser Situation)

$$EU(A \mid E) = \sum_i P(Result_i(A) \mid E, Do(A)) * U(Result_i(A))$$

Legende:
EU: expected utility
A: action
E: available evidence about the world
U(S): utility of situation S
$Result_i(A)$: possible outcome situations of action A

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vortragsgliederung:

1. Einleitung
2. Entscheidungsbäume
3. Nutzentheorie
   a. **Bayessches Netz**
   b. Evidenztheorie von Dempster und Shafer
4. Goal-Oriented Action Planning (GOAP)
5. Influence Maps, Resource Allocation Trees, Dependency Graphs

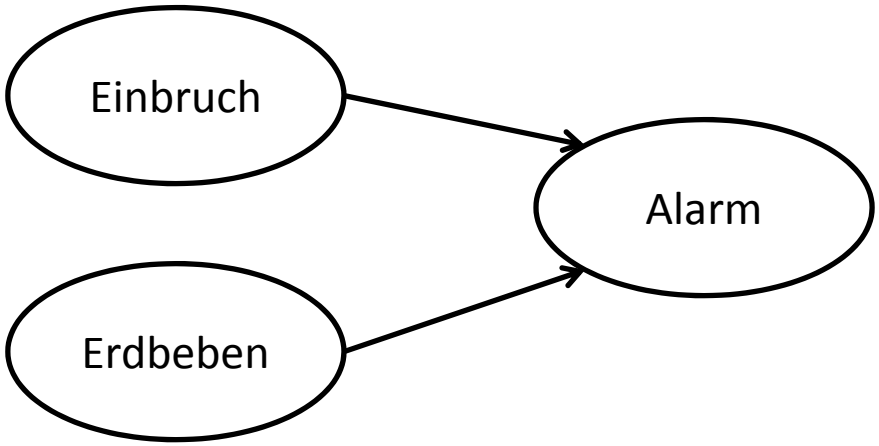
fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Bayestheorem:

$$P(A \mid B) = \frac{P(B \mid A) * P(A)}{P(B)}$$

P (A | B): Wahrscheinlich für das Eintreten von Ereignis A unter der Bedingung, dass B eintritt

Beispiel:



Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass eingebrochen wurde, wenn der Alarm losgeht?

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anwendungsmöglichkeiten eines Bayesschen Netzes:

- Wahrscheinlichkeiten zum Anwenden mit der Nutzentheorie berechnen
- Chance zu treffen/sehen berechnen
- Eindringling entdecken
- Dependency Graph (Technologiebaum)

Vor- und Nachteile eines Bayesschen Netzes:

+: Wahrscheinlichkeiten lassen sich schnell anpassen, wenn neue Informationen auftreten
+: leichte Handhabung, wenn man erst mal einen Graphen bestimmt hat

-: Abhängigkeiten in komplexen Systemen nur sehr schwer ermittelbar
-: Updaten eines Bayesschen Netzes sehr kompliziert

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vortragsgliederung:

1. Einleitung
2. Entscheidungsbäume
3. Nutzentheorie
   a. Bayessches Netz
   b. Evidenztheorie von Dempster und Shafer
4. Goal-Oriented Action Planning (GOAP)
5. Influence Maps, Resource Allocation Trees, Dependency Graphs

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Begriffe:

Glaubwürdigkeit: Grad des Vertrauens in eine Quelle
Plausibilität: Wahrscheinlichkeitsbereich mit unterer und oberer Grenze

Beispiel:

Wetterbericht kündigt schönes Wetter an.
Glaubwürdigkeit des Wetterberichts: 80%

bel (schönes Wetter) = 0,8
bel (irgendein Wetter) = 0,2
$\overline{bel}$ (schönes Wetter) = 0

Plausibilität (schönes Wetter) = 0,8 – 1,0

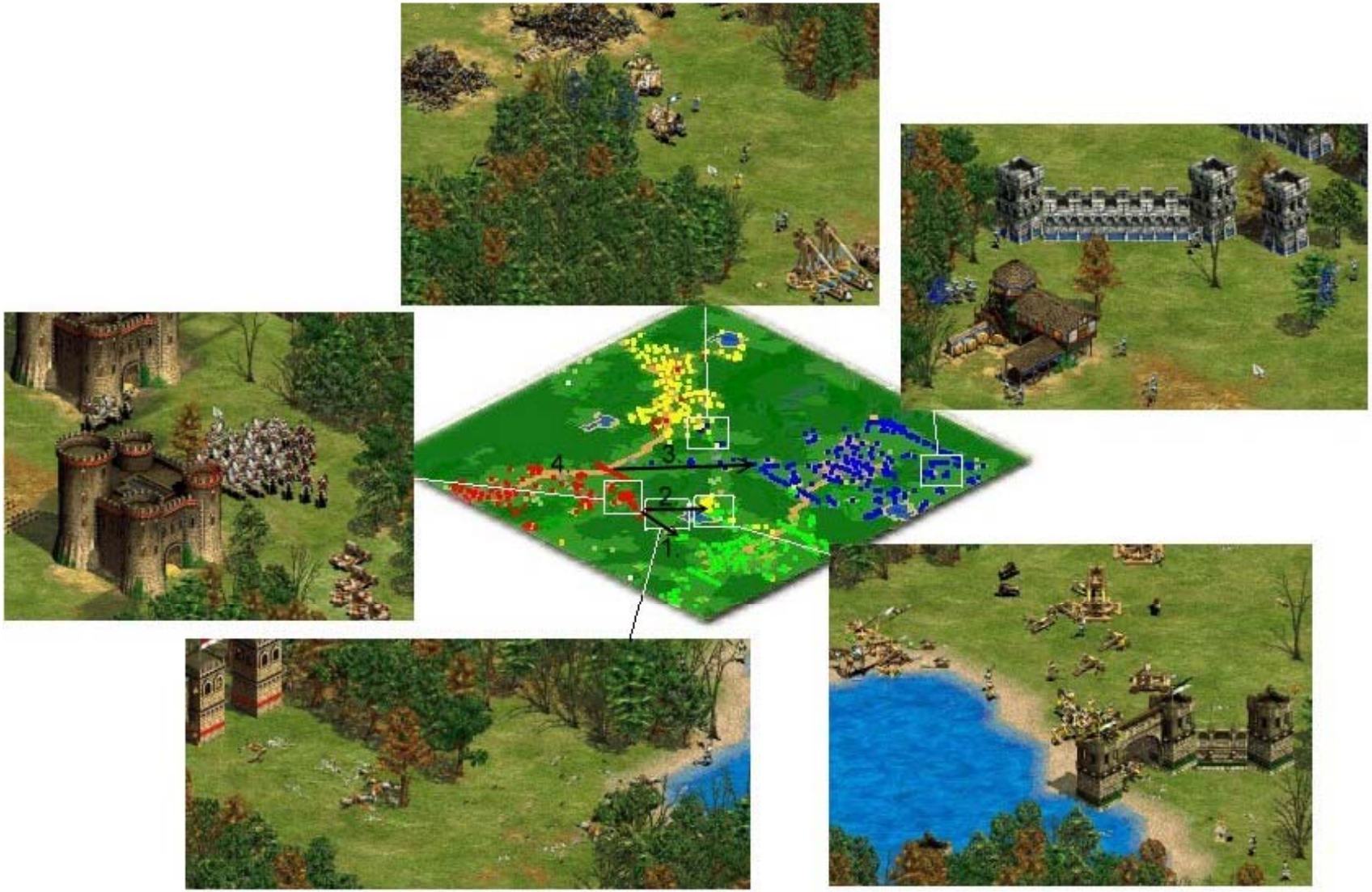
fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Dempsters Regel:

Kombination (N) = $$\frac{\sum_{X \cap Y} S1\,(X) * S2\,(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = 0} S1\,(X) * S2\,(Y)}$$

N: Aussage
X: Hinweis der ersten Quelle
Y: Hinweis der zweiten Quelle
Si (A): Glaubwürdigkeit von Quelle i für Ereignis A

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

$EU(A \mid E) = \sum_i P(Result_i(A) \mid E, Do(A)) * U(Result_i(A))$

EU (1) = 0,9 * 1 + 0,1 * 0 = 0,9

EU (2) = 0,2 * 0,75 + 0,2 * 0,75 + 0,1 * 1 + 0,5 * 0,5 = 0,65

EU (3) = 0,5 * 0,2 + 0,5 * 0,4 = 0,3

EU (4) = 0,3 * 0,5 + 0,2 * 1 + 0,5 * 0 = 0,35

MEU-Prinzip: max (0,9 ; 0,65 ; 0,3 ; 0,35) = 0,9 → Aktion 1 ausführen

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vortragsgliederung:

1. Einleitung
2. Entscheidungsbäume
3. Nutzentheorie
   a. Bayessches Netz
   b. Evidenztheorie von Dempster und Shafer
4. **Goal-Oriented Action Planning (GOAP)**
5. Influence Maps, Resource Allocation Trees, Dependency Graphs

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Begriffe:

Plan:
- Abfolge von Aktionen, die ein Ziel erfüllt (Aktionen haben Reihenfolge)
- bringt einen Charakter von einem Anfangs- zu einem Endzustand
- kann neben einem Hauptziele auch Teilziele haben
- hat Effekte auf die Umwelt
- hat eine Priorität

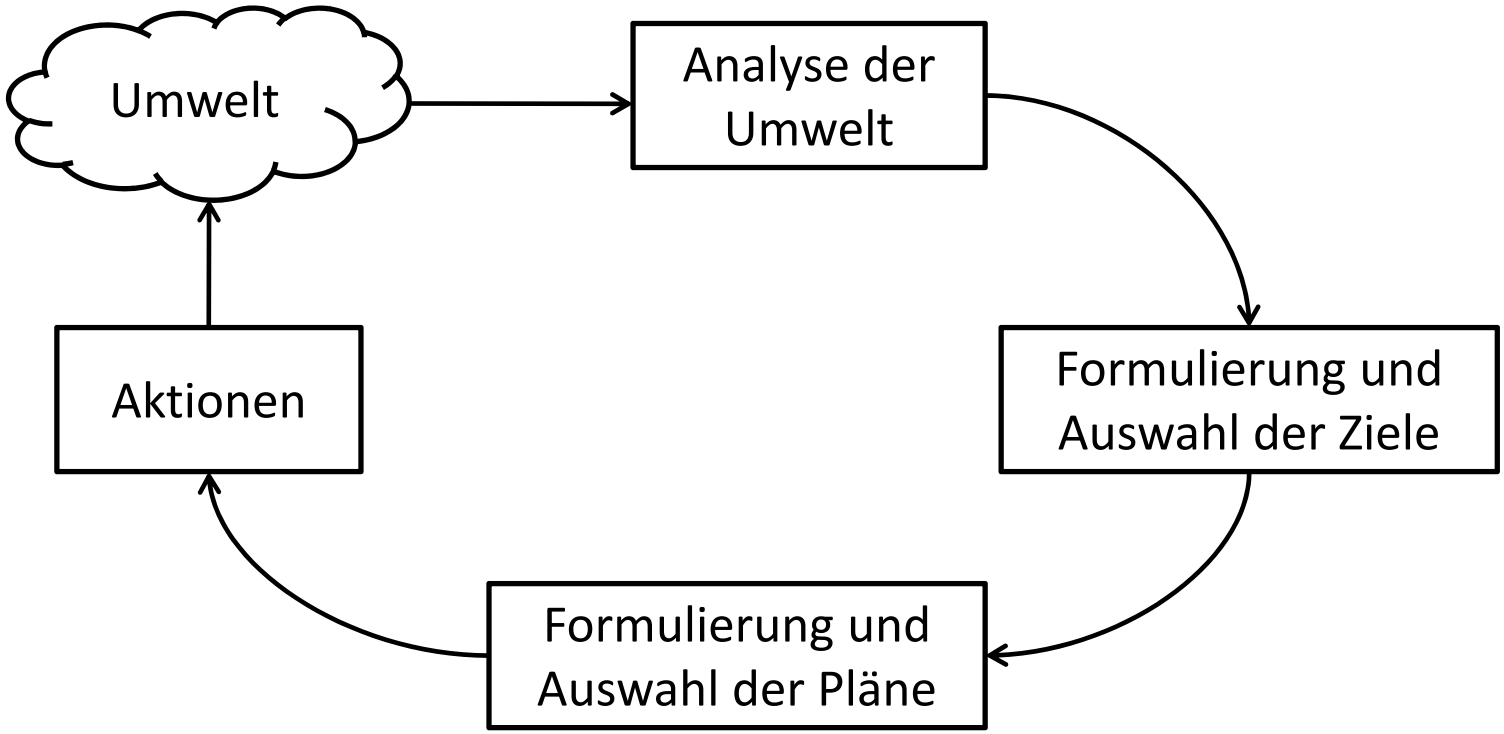
Ziel:
- eine Bedingung, die ein Charakter erfüllen will (Waffe bekommen, Tür öffnen, Gegner eliminieren)
- kann aus Teilzielen bestehen
- weiß, wann es erfüllt ist, bzw. zu wie viel Prozent es erfüllt ist
- hat eine Priorität

Begriffe:

Aktion:
- nicht weiter teilbare Handlung (zu Punkt [x,y] bewegen, Einheit X erschaffen, Waffe nachladen)
- hat eine Dauer
- hat Vorbedingungen
- hat Effekte auf die Umwelt
- benötigt Ressourcen
- Aktionen, die Spieler und KI ausführen können, sollten identisch sein
- ein Spiel hat eine festgelegte Menge von Aktionen (Aktionsraum)

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

die Phasen eines Plans:



Action Monitoring:

```
repeat
   get the next action in plan
   if the action's purpose or changes have already happened
      continue
   if the action's preconditions are false
      abort the plan
   do
      perform the action
   until the action is finished or time runs out
   if the action's changes are false
      abort the plan
until the plan is empty
```

Plan Monitoring:

```
repeat
   if there is a precondition for an unexecuted action whose value is false and whose causal action has already
   been executed
      abort the plan
   from the final goal and working backward
      if the goal's or action's changes are already true
         for each precondition of the goal or action
            mark the action that causes the precondition as skipable
   get the next action in the plan with a change not marked as skipable
   do
      perform the action
   until the action is finished or time runs out
   if the action's changes are false
      abort the plan
until the plan is empty
```

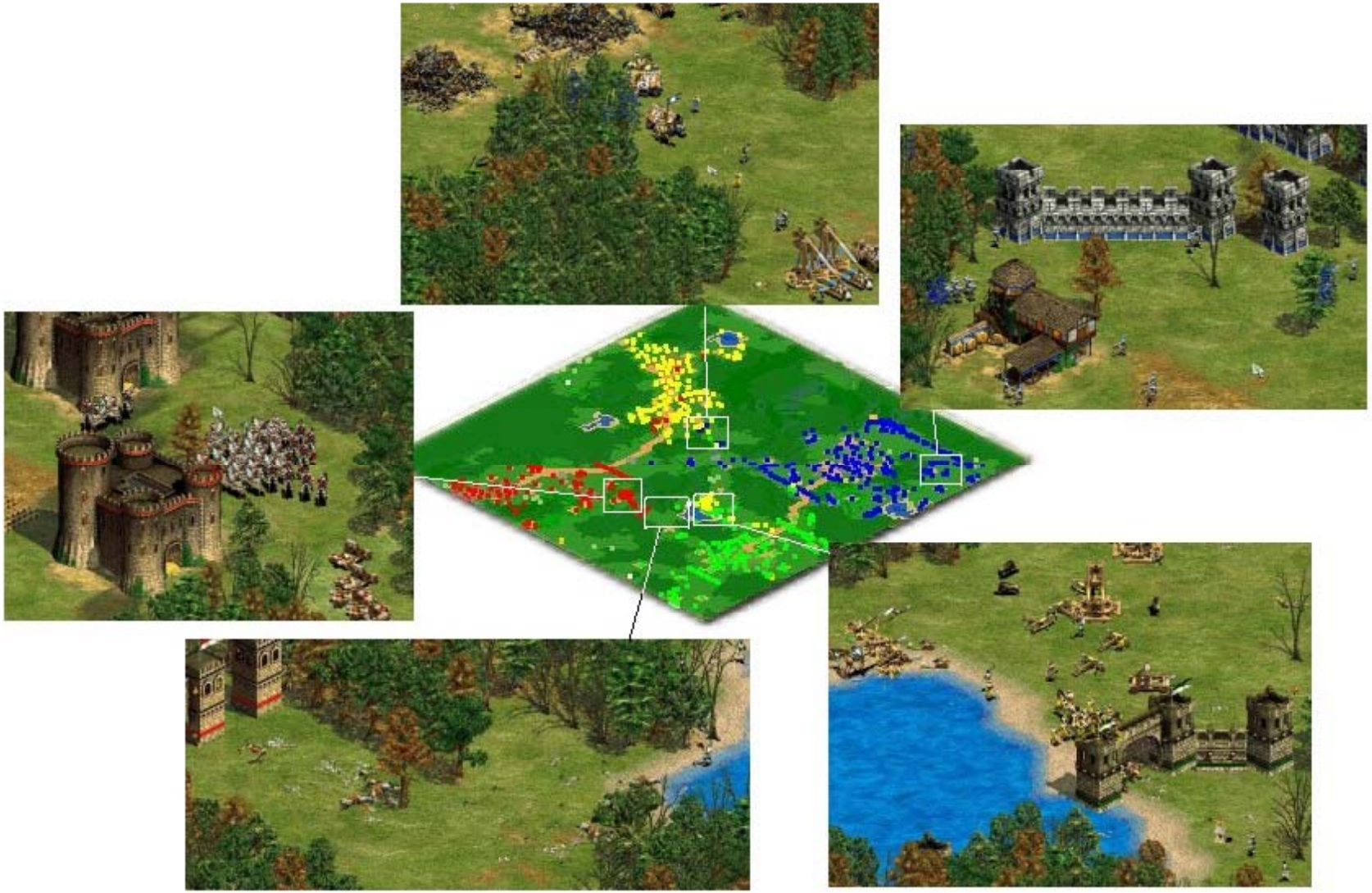
fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Reaktionen auf gescheiterte Pläne:

- neu planen
- das Problem beheben
- alternativen Plan versuchen
- aufgeben

Vorteile:

- Flexibilität: die KI reagiert schnell und eigenständig auf neue Situationen; dabei findet sie auch Pläne für Situationen, an die der Programmierer vielleicht gar nicht gedacht hat
- Entwicklung: der Programmierer muss nicht für jede Situation, die eintreten kann, neuen Code schreiben und auch nicht zwingend jede Situation bedenken
- verschiedene Persönlichkeiten denkbar einfach realisierbar



König ist tot
↑
König angreifen
↑
Burg ist zerstört
↑
Burg angreifen
↑
Armee in Reichweite der Burg
↑
Armee zur Burg bewegen
↑
Armee innerhalb der Stadtmauern
↑
Armee in Stadt bewegen
↑
Mauer ist zerstört
↑
Mauer angreifen
↑
Armee in Reichweite der Mauer
↑
Armee zur Mauer bewegen

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vortragsgliederung:

1. Einleitung
2. Entscheidungsbäume
3. Nutzentheorie
   a. Bayessches Netz
   b. Evidenztheorie von Dempster und Shafer
4. Goal-Oriented Action Planning (GOAP)
5. **Influence Maps, Resource Allocation Trees, Dependency Graphs**

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Was ist eine Influence Map?

- basiert auf der geographischen Karte des Spiels
- die Karte wird in mehrere Zellen unterteilt
- jede Zelle entspricht einer Datenbank, es werden unterschiedliche Werte für jede Zelle gespeichert
- Beispiele für gespeicherte Werte: Anzahl Einheiten, HitPoints und Feuerkraft der Einheiten, insgesamt gefallene Einheiten, Begehbarkeit, Ressourcen, …
- jeder Agent speichert eine Influence Map für sich selbst und je eine für jeden Gegner

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Beispiel Influence Map:

			X
	X	X	
	X X		X
X		X	

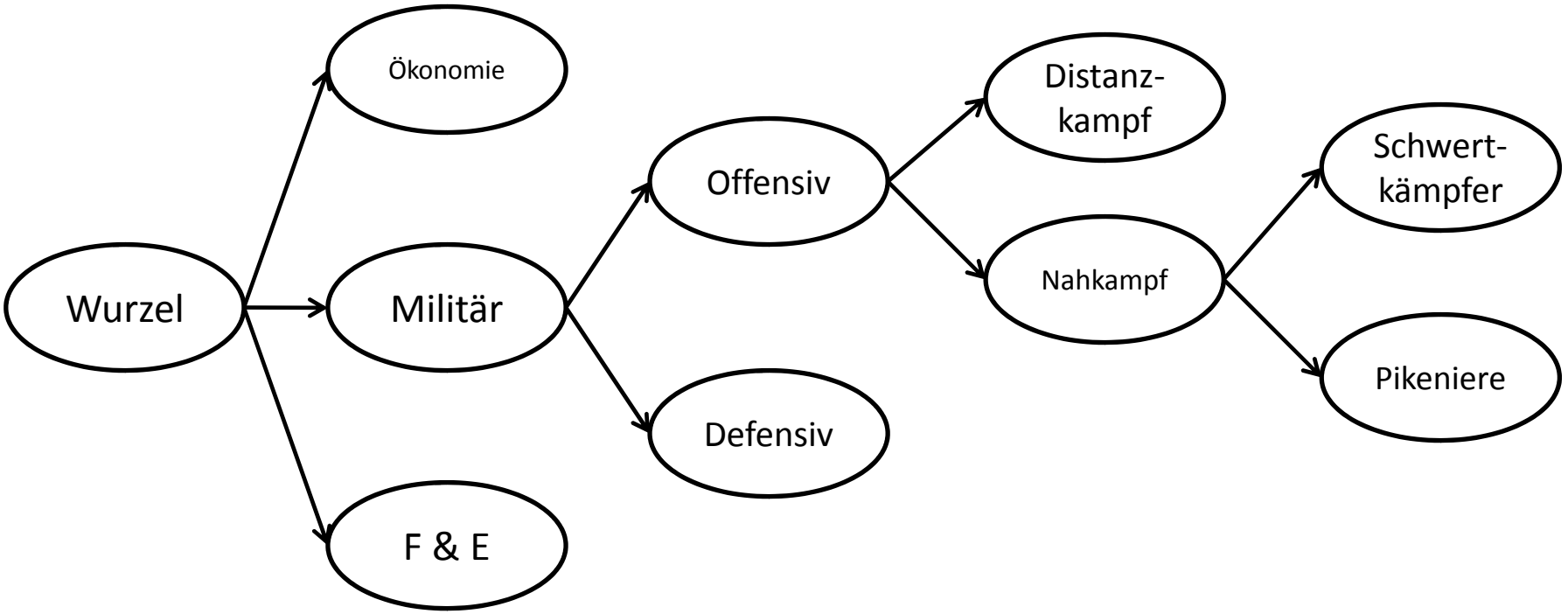
0	0,5	-1	-1
0,5	1,5	-0,5	-1,5
1,5	2,5	-0,5	-1
1	1	-1	-1

Was ist ein Resource Allocation Tree?

- eine Baumstruktur, die den momentanen Zweck aller Einheiten und Gebäude eines Spielers repräsentiert
- alle Einheiten und Gebäude werden in funktionale Kategorien eingeteilt
- Knoten repräsentieren Kategorien; Blätter konkrete Einheiten/Gebäude, die der übergeordneten Funktion zugeordnet sind
- auch hier sollte jeder Agent je einen Resource Allocation Tree für sich und jeden Gegner besitzen

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Beispiel Resource Allocation Tree:

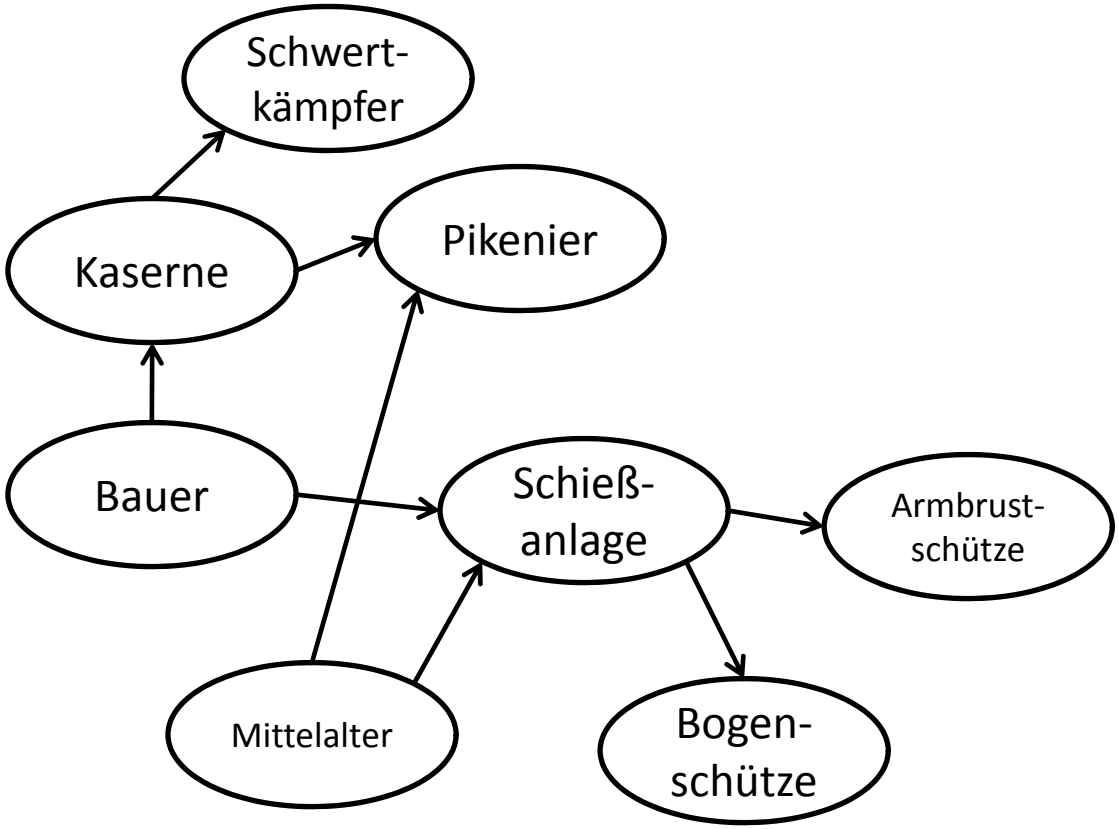


Was ist ein Dependency Graph?

- modelliert Abhängigkeiten zwischen Einheiten/Gebäuden/Technologien
- typische Anwendung: Technologie Baum bei Strategiespielen
- auch hier sollte jeder Agent je einen Dependency Graph für sich und jeden Gegner besitzen
- Typen von Abhängigkeiten:
  - erschaffend: was muss gegeben sein, bevor ich eine Einheit erschaffen / ein Gebäude bauen kann?
  - unterstützend: was muss gegeben sein, damit ich eine Einheit effizient einsetzen kann?

fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Beispiel Dependency Graph:



fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

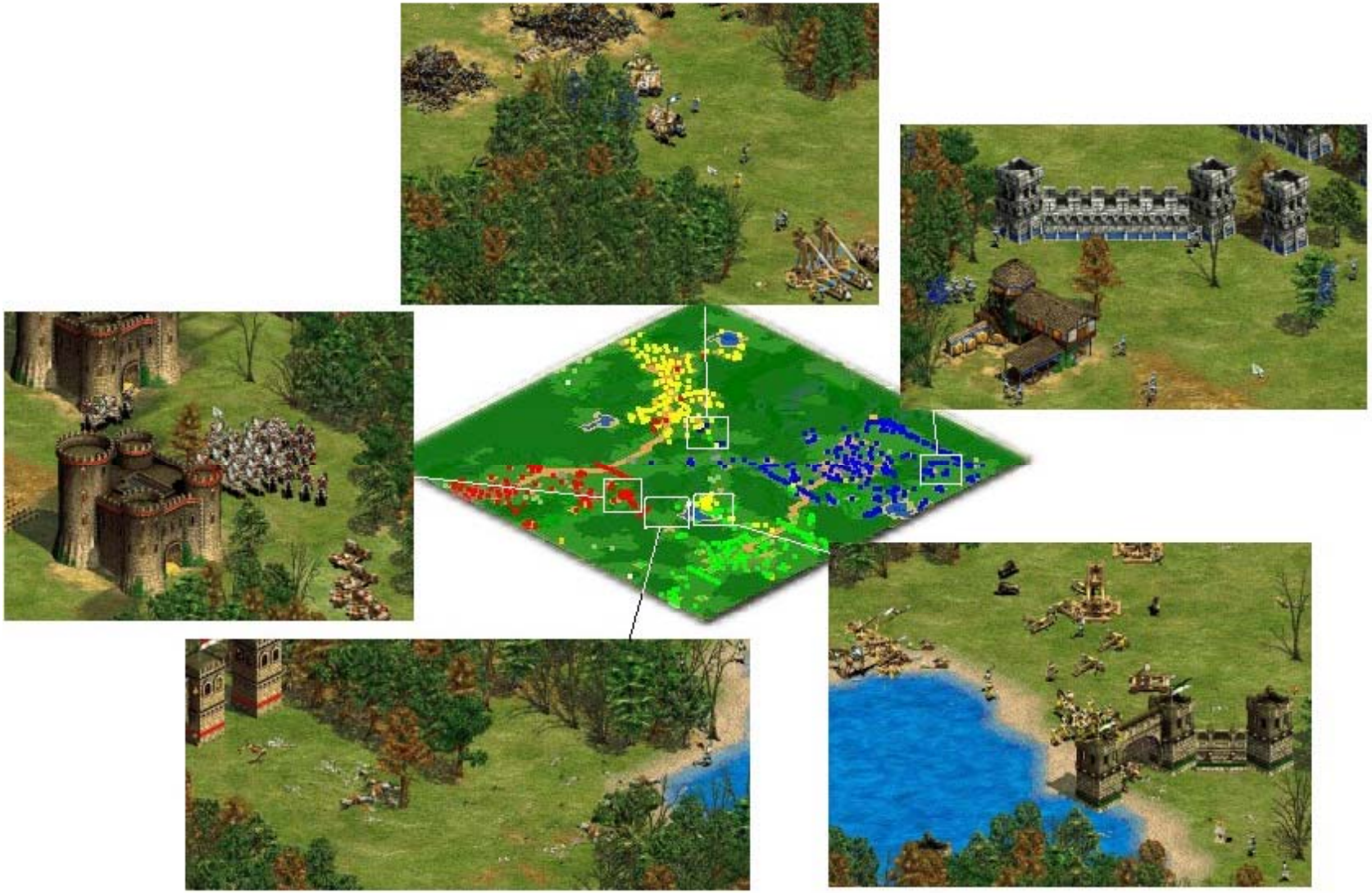
Influence Maps, Resource Allocation Trees, Dependency Graphs :

Wenn man alle drei Strukturen kombiniert anwendet, die selben Daten speichert und die Daten untereinander austauschen lässt, ist das Ergebnis mächtiger als die bloße Summe der drei Strukturen, da Synergieeffekte ausgenutzt werden.

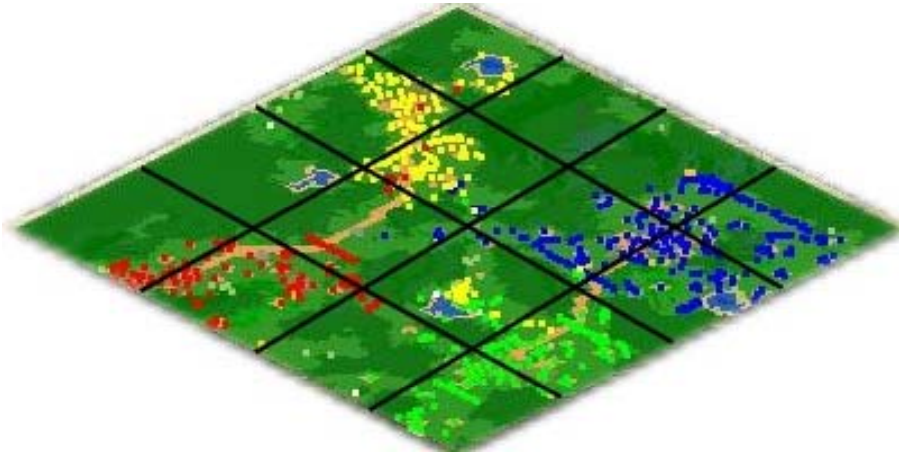
Die Influence Map sagt mir, wo der Gegner ist.
Der Resource Allocation Tree sagt mir, was ich brauche, um ihn zu schlagen.
Der Dependency Graph sagt mir, wie ich das bekomme.

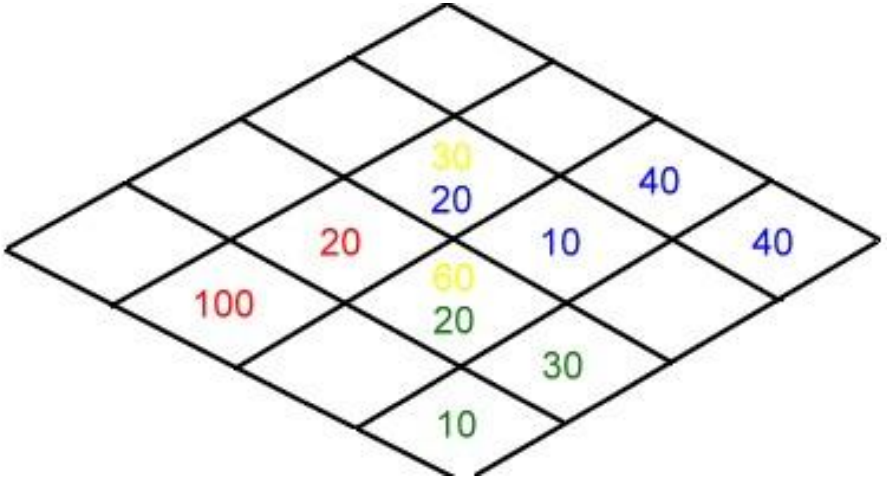
Seminar Spiele KI
Entscheidungsarchitekturen für Spiele
5. Influence Maps, Resource Allocation Trees, Dependency Graphs

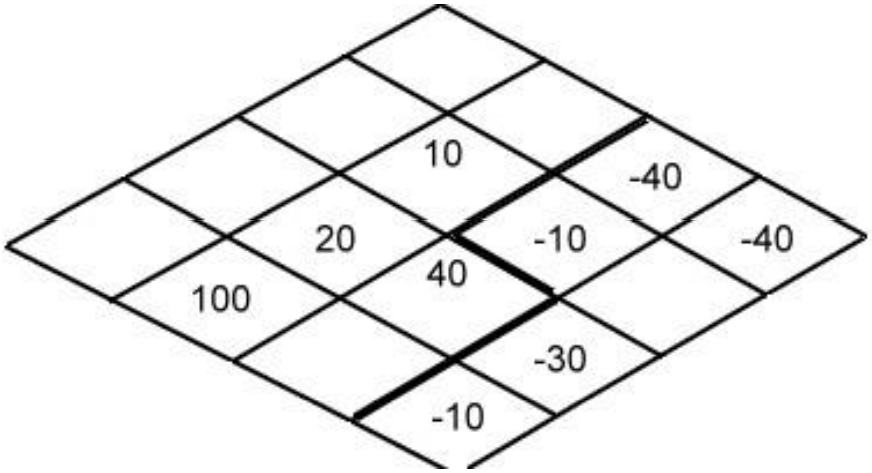
fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



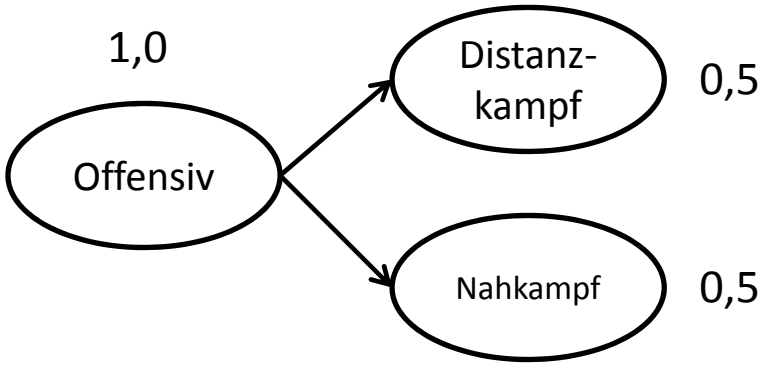
fhwedel
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



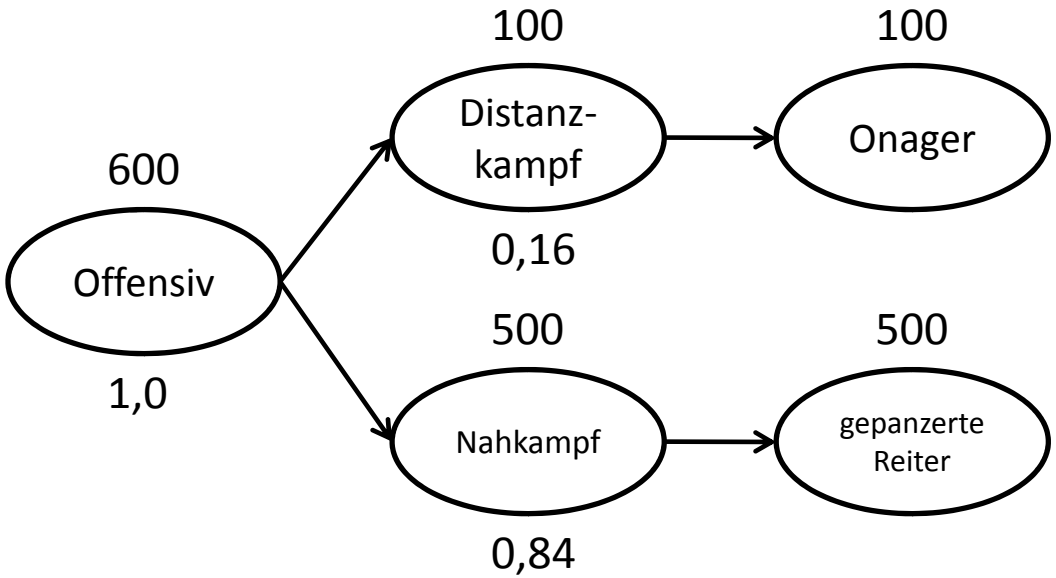


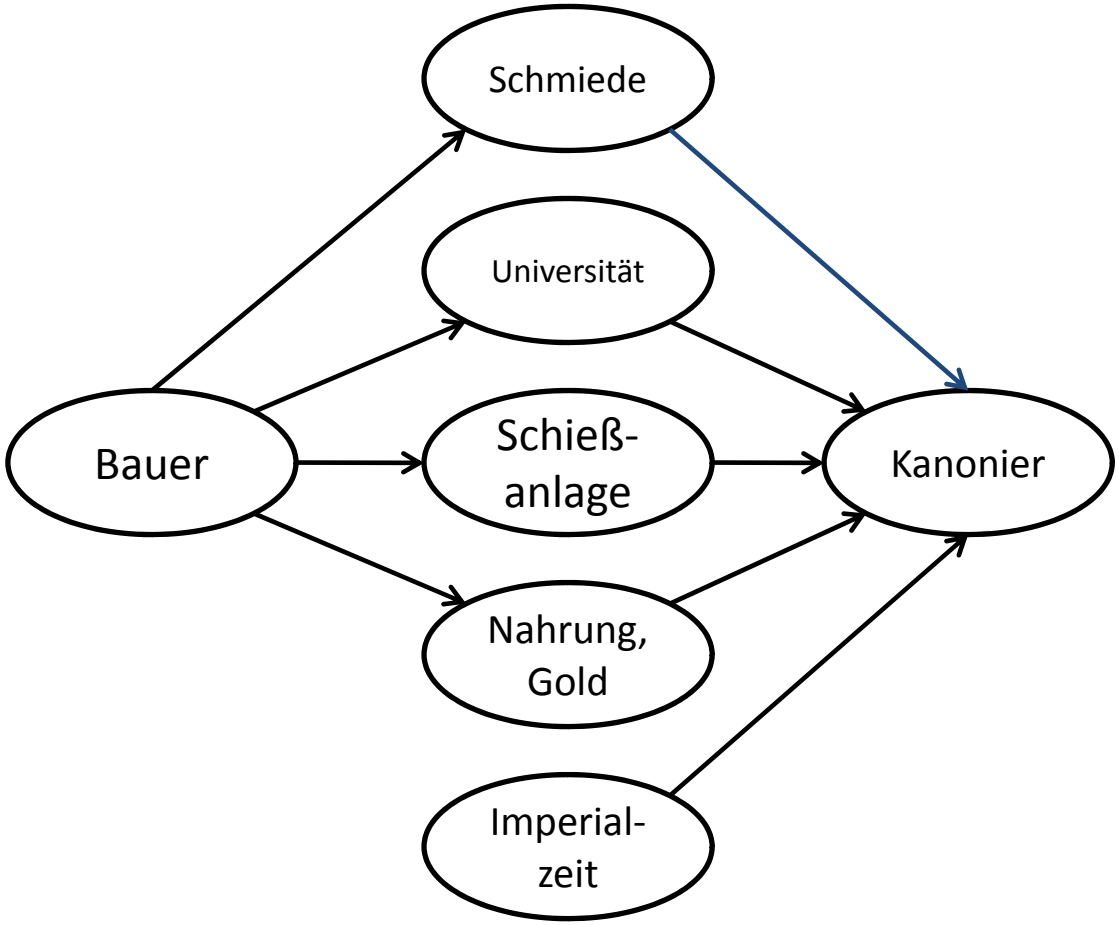


gewünschte Allokation:



momentane Allokation:




Schmiede
Universität
Bauer
Schieß-
anlage
Kanonier
Nahrung,
Gold
Imperial-
zeit