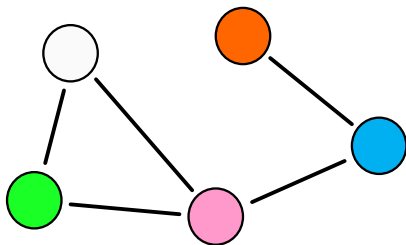


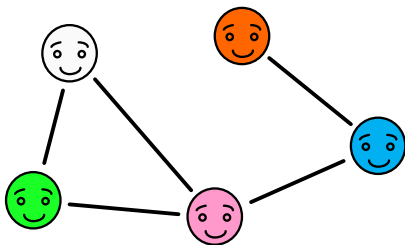
# Network Formation Games

Martijn Tennekes

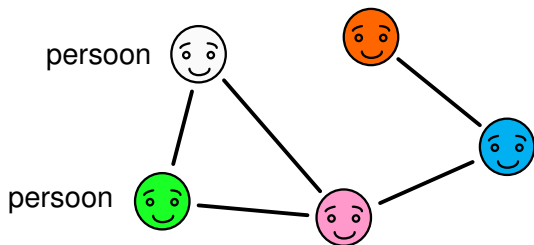
Department of Knowledge Engineering  
Faculty of Humanities and Sciences  
Maastricht University

26 maart 2010

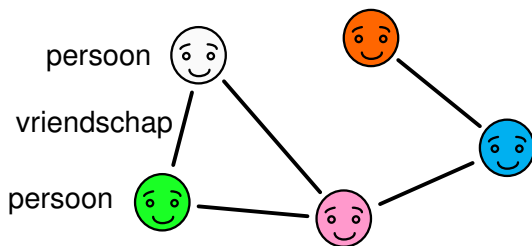




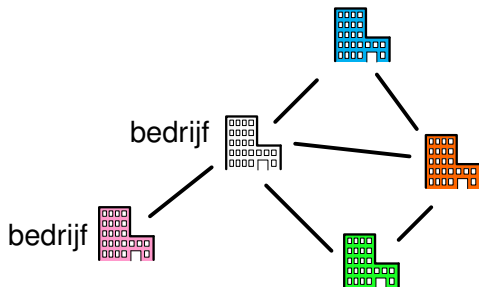
# Economische netwerken



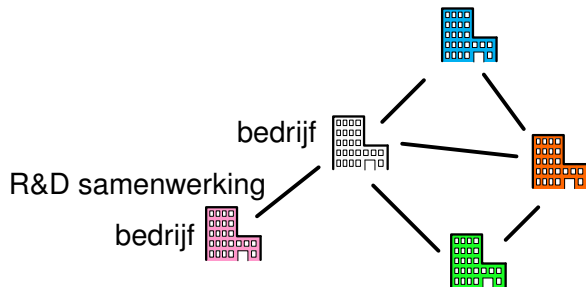
# Economische netwerken



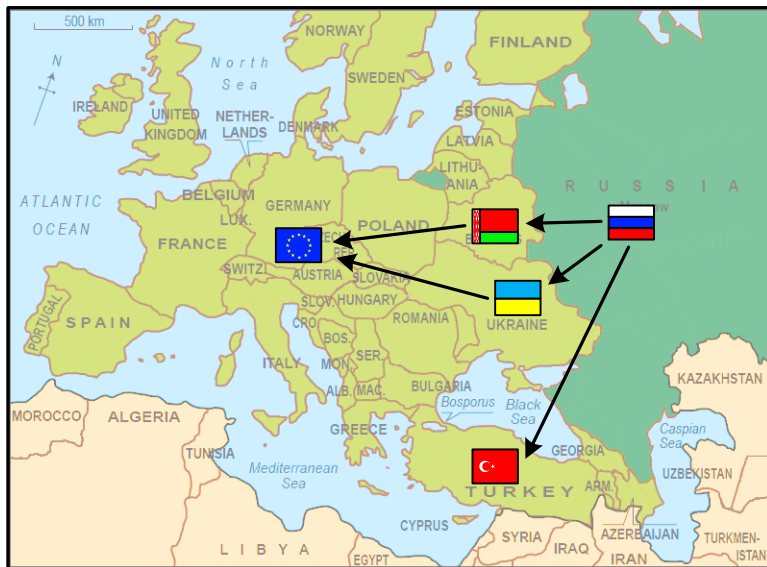
# Economische netwerken



# Economische netwerken

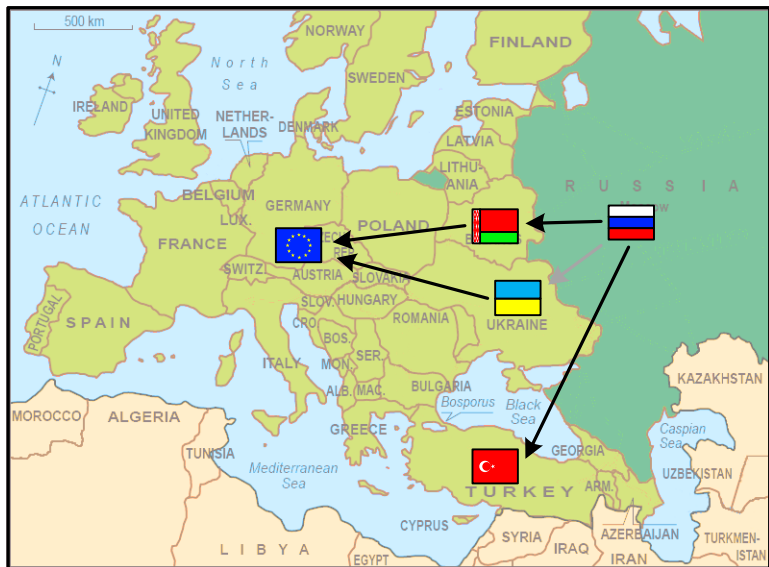


# Gasleidingen

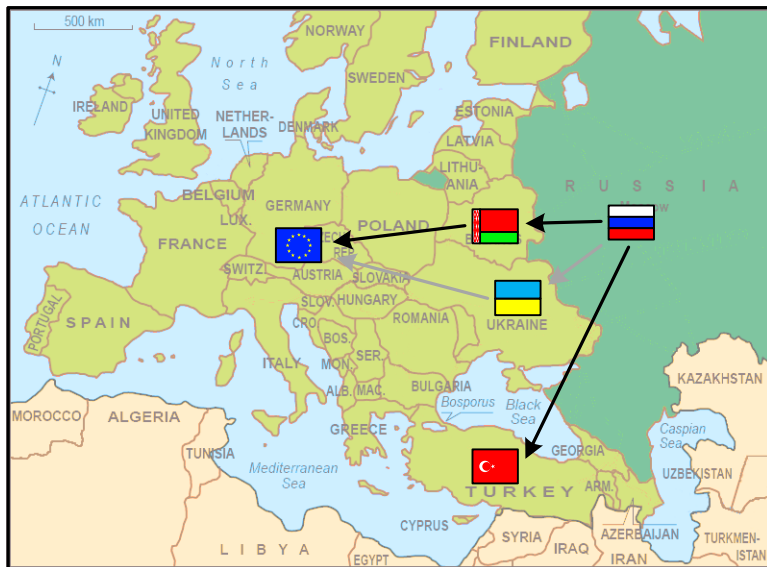




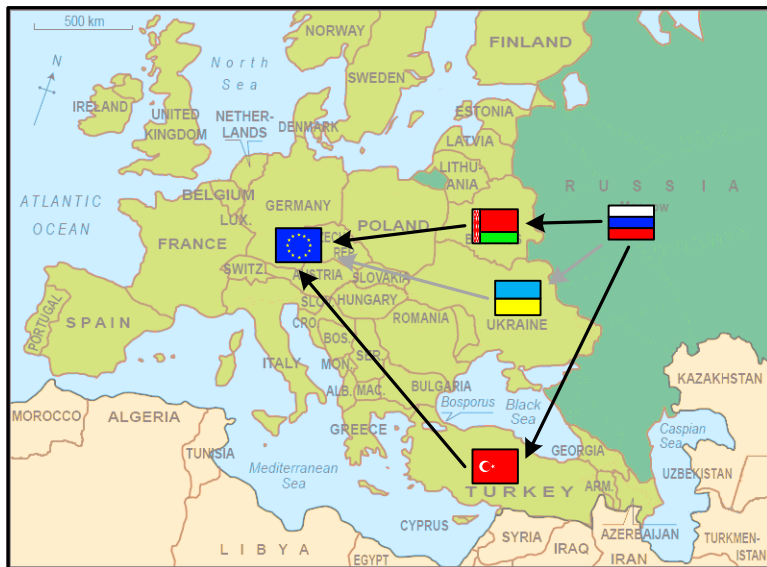
# Gasleidingen



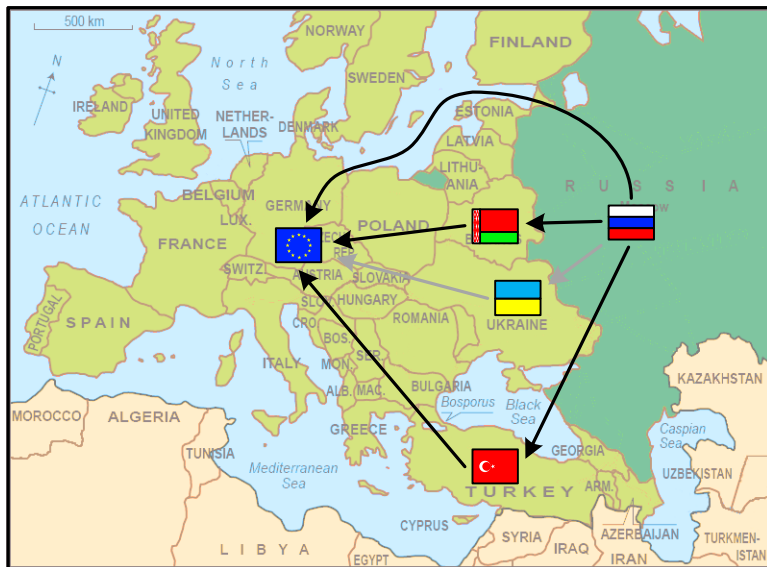
# Gasleidingen



# Gasleidingen



# Gasleidingen



Onderzoeksvragen:

Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?

## Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?
- Welke structuren hebben netwerken?

# Overzicht

Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?
- Welke structuren hebben netwerken?

Aanpak:



# Overzicht

## Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?
- Welke structuren hebben netwerken?

## Aanpak:

- Wiskundige modellen

## Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?
- Welke structuren hebben netwerken?

## Aanpak:

- Wiskundige modellen
- Strategische interacties

## Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?
- Welke structuren hebben netwerken?

## Aanpak:

- Wiskundige modellen
- Strategische interacties
- Speltheorie

## Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?
- Welke structuren hebben netwerken?

## Aanpak:

- Wiskundige modellen
- Strategische interacties
- Speltheorie

## Aandachtspunten:

## Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?
- Welke structuren hebben netwerken?

## Aanpak:

- Wiskundige modellen
- Strategische interacties
- Speltheorie

## Aandachtspunten:

- Het bestaan van stabiele netwerken

## Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?
- Welke structuren hebben netwerken?

## Aanpak:

- Wiskundige modellen
- Strategische interacties
- Speltheorie

## Aandachtspunten:

- Het bestaan van stabiele netwerken
- De structuren van stabiele netwerken

## Onderzoeksvragen:

- Hoe ontwikkelen netwerken zich?
- Welke structuren hebben netwerken?

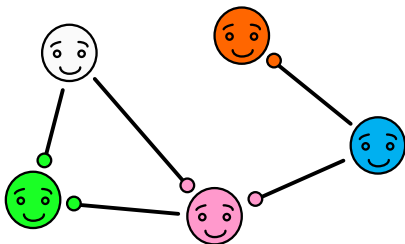
## Aanpak:

- Wiskundige modellen
- Strategische interacties
- Speltheorie

## Aandachtspunten:

- Het bestaan van stabiele netwerken
- De structuren van stabiele netwerken
- Dynamische procedures die leiden tot stabiele netwerken

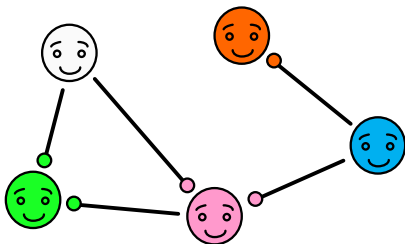
# Connections model



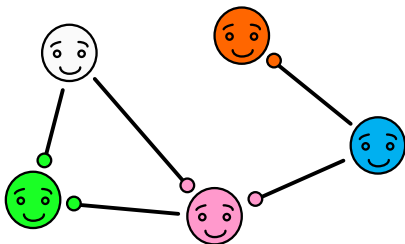
- Er is één initiator per verbinding.



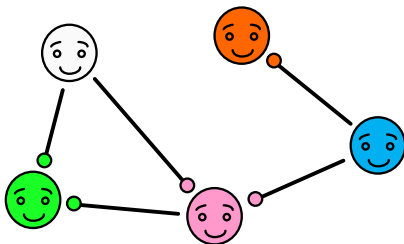
# Connections model



- Er is één initiator per verbinding.
- Iedere persoon kiest met wie hij/zij verbonden wil zijn.

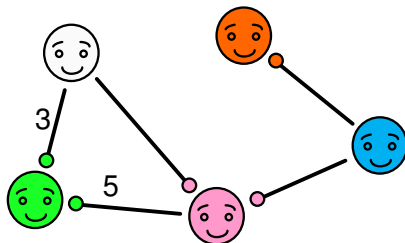


Evaluatie Groen



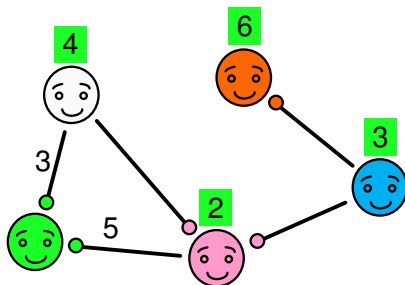
Evaluatie Groen

Kosten



Evaluatie Groen

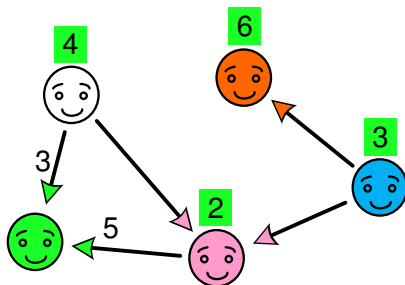
Kosten 8



Evaluatie Groen

Opbrengsten

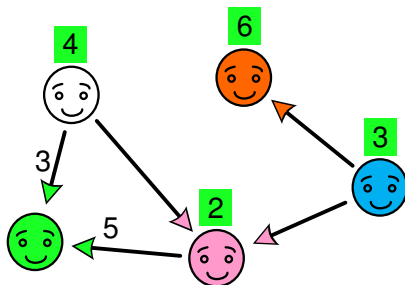
Kosten 8



Evaluatie Groen

Opbrengsten

Kosten 8



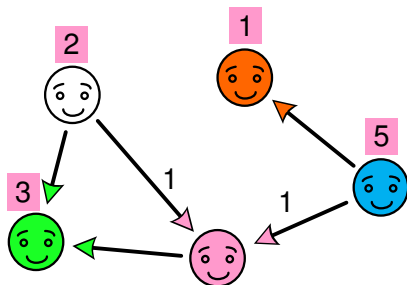
## Evaluatie Groen

Opbrengsten 9

Kosten 8

---

Evaluatie 1

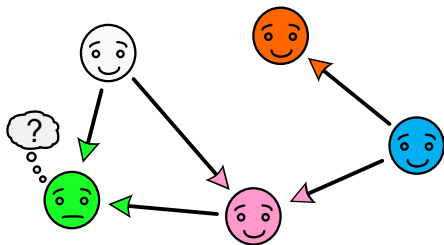


## Evaluatie Roze

Opbrengsten	7
Kosten	2
<hr/>	
Evaluatie	5

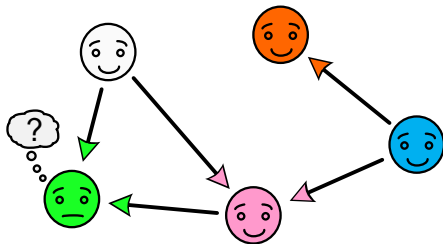


# Met wie te verbinden?



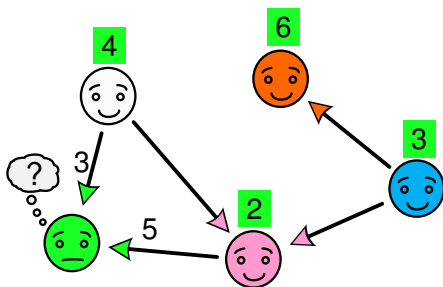
# Met wie te verbinden?

- Gegeven: het huidige netwerk



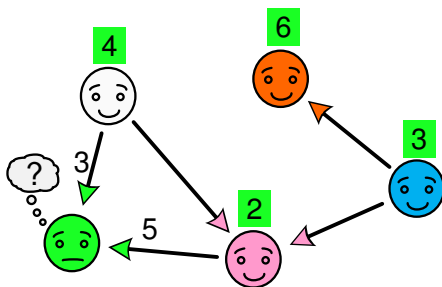
# Met wie te verbinden?

- Gegeven: het huidige netwerk
- Gegeven: de eigen evaluatiefunctie



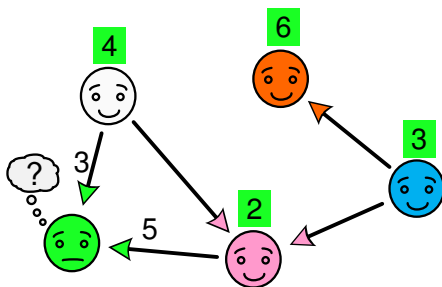
# Met wie te verbinden?

- Gegeven: het huidige netwerk
- Gegeven: de eigen evaluatiefunctie
- Welke set van verbindingen levert een maximale evaluatie op?



# Met wie te verbinden?

- Gegeven: het huidige netwerk
- Gegeven: de eigen evaluatiefunctie
- Welke set van verbindingen levert een maximale evaluatie op?



## Resultaat

Het bepalen van een antwoord op deze vraag is NP-moeilijk.

## Een Nash netwerk

... is een netwerk waarin niemand zich eenzijdig kan verbeteren.

## Een Nash netwerk

... is een netwerk waarin niemand zich eenzijdig kan verbeteren.

Voorbeeld:

Opbrengsten p.p. : 2

Kosten per verbinding: 3

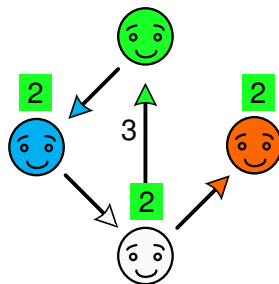
## Een Nash netwerk

... is een netwerk waarin niemand zich eenzijdig kan verbeteren.

Voorbeeld:

Opbrengsten p.p. : 2

Kosten per verbinding: 3





# Nash netwerken

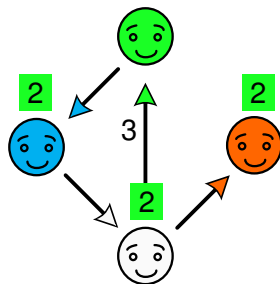
## Een Nash netwerk

... is een netwerk waarin niemand zich eenzijdig kan verbeteren.

Voorbeeld:

Opbrengsten p.p. : 2

Kosten per verbinding: 3



Nash netwerk?

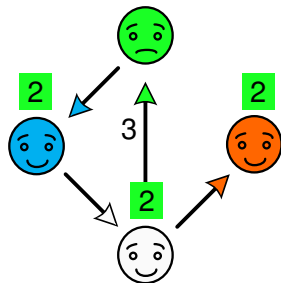
## Een Nash netwerk

... is een netwerk waarin niemand zich eenzijdig kan verbeteren.

Voorbeeld:

Opbrengsten p.p. : 2

Kosten per verbinding: 3



Nash netwerk? ~~X~~

# Nash netwerken

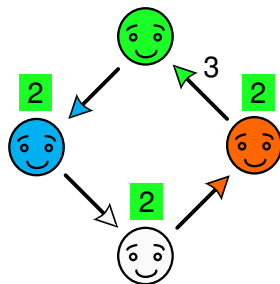
## Een Nash netwerk

... is een netwerk waarin niemand zich eenzijdig kan verbeteren.

Voorbeeld:

Opbrengsten p.p. : 2

Kosten per verbinding: 3



Nash netwerk? ✓

# Existentie van Nash netwerken



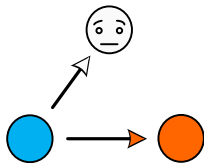
## Resultaat

Nash netwerken bestaan bij:

- homogene verbindingskosten
- eigenaar-homogene verbindingskosten
- heterogene verbindingskosten onder zekere voorwaarden

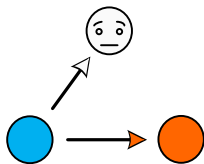
# Eigenschappen van evaluatiefuncties



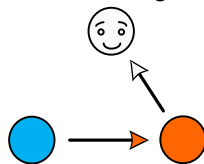


Eigenschap: stroomafwaartse efficiëntie

# Eigenschappen van evaluatiefuncties



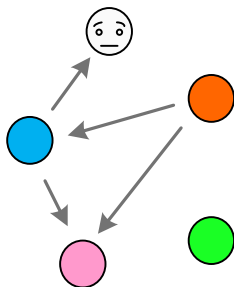
... minstens zo goed voor wit:



Eigenschap: stroomafwaartse  
efficiëntie



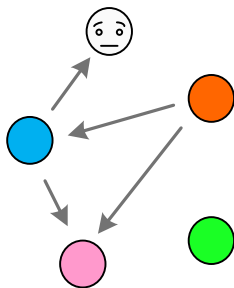
# Eigenschappen van evaluatiefuncties



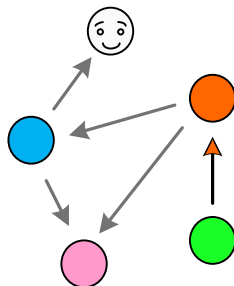
Eigenschap: voordelige groei

# Eigenschappen van evaluatiefuncties

... minstens zo goed voor wit:

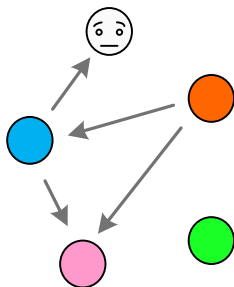


Eigenschap: voordelige groei

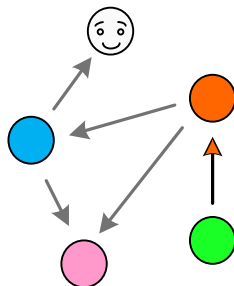


# Eigenschappen van evaluatiefuncties

... minstens zo goed voor wit:



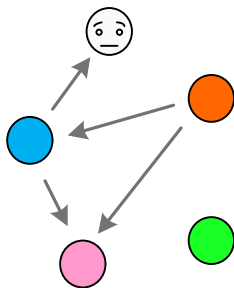
Eigenschap: voordelige groei



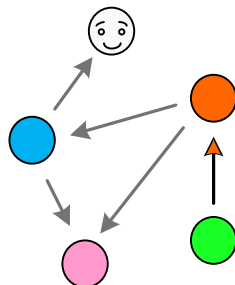
- Doel: inzicht verkrijgen in de relatie  
evaluatiefuncties  $\iff$  Nash netwerken

# Eigenschappen van evaluatiefuncties

... minstens zo goed voor wit:



Eigenschap: voordelige groei

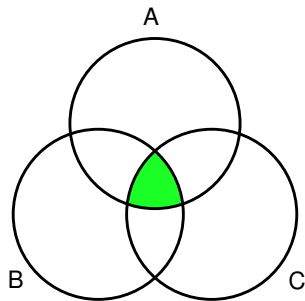


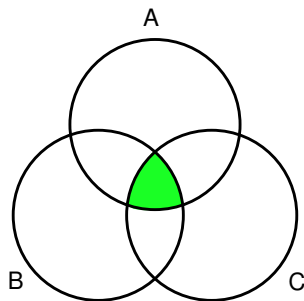
- Doel: inzicht verkrijgen in de relatie  
evaluatiefuncties  $\iff$  Nash netwerken
- Voordelen:
  - transparantie in theoretisch onderzoek
  - gemakkelijk toepasbaar in de praktijk

# Klassen van evaluatiefuncties



# Klassen van evaluatiefuncties

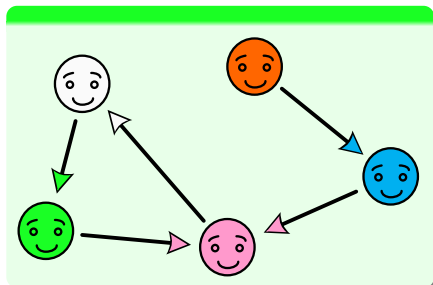
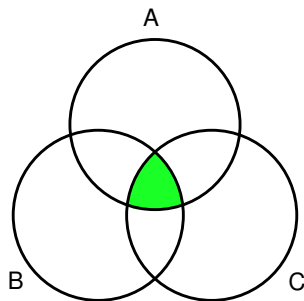




## Resultaat

Nash netwerken bestaan voor evaluatiefuncties die aan een specifieke set eigenschappen voldoen.

# Klassen van evaluatiefuncties



## Resultaat

Nash netwerken bestaan voor evaluatiefuncties die aan een specifieke set eigenschappen voldoen.



# Hoe ontwikkelt een netwerk zich?



# Hoe ontwikkelt een netwerk zich?

Dynamische procedure:

# Hoe ontwikkelt een netwerk zich?

Dynamische procedure:

- begint met willekeurig netwerk

# Hoe ontwikkelt een netwerk zich?

Dynamische procedure:

- begint met willekeurig netwerk
- personen kunnen beurtelings een verbinding
  - toevoegen of
  - verwijderen of
  - verplaatsen

# Hoe ontwikkelt een netwerk zich?

Dynamische procedure:

- begint met willekeurig netwerk
- personen kunnen beurtelings een verbinding
  - toevoegen of
  - verwijderen of
  - verplaatsen
- einde: als niemand een aanpassing wil doen.

# Hoe ontwikkelt een netwerk zich?

Dynamische procedure:

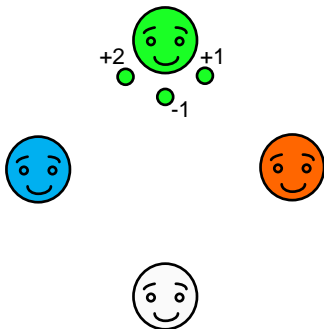
- begint met willekeurig netwerk
- personen kunnen beurtelings een verbinding
  - toevoegen of
  - verwijderen of
  - verplaatsen
- einde: als niemand een aanpassing wil doen.

## Resultaat

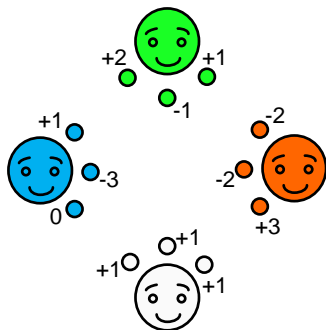
Onder algemene omstandigheden eindigt deze procedure.  
Het resulterende netwerk is een Nash netwerk.

# Investeringsen

Iedere persoon investeert in elke potentiële verbinding.

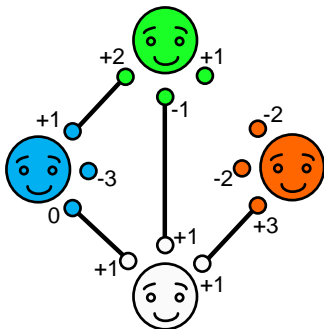


Iedere persoon investeert in elke potentiële verbinding.



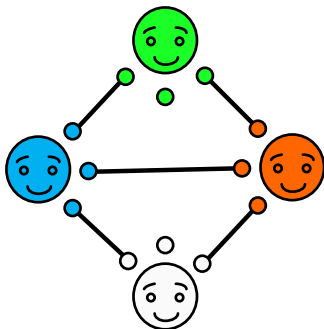


Iedere persoon investeert in elke potentiële verbinding.

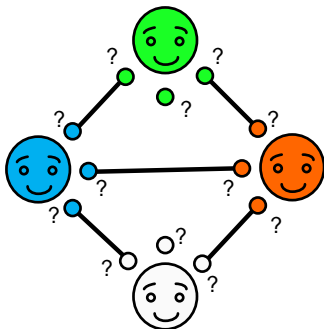


Verbindingen met een investering  $\geq 0$  worden gevormd.

Gegeven een netwerk:

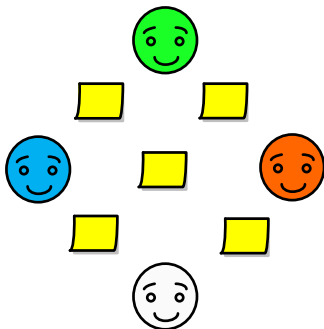


Gegeven een netwerk:

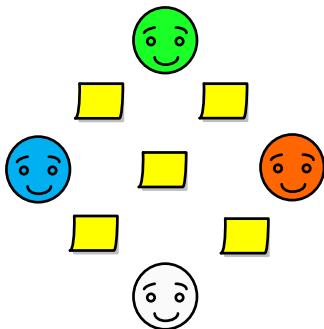


Zijn er investeringen zodat dit netwerk stabiel is?

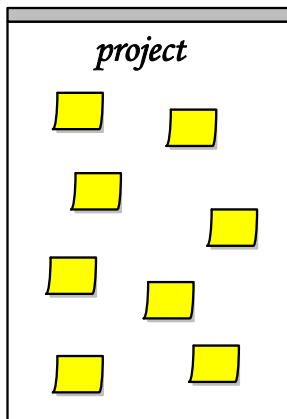
Gegeven een project bestaande uit taken:

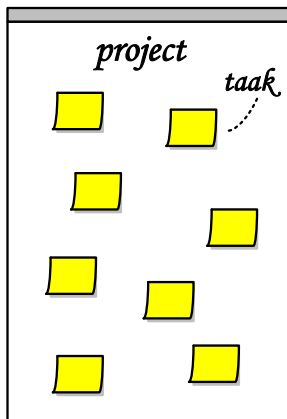


Gegeven een project bestaande uit taken:

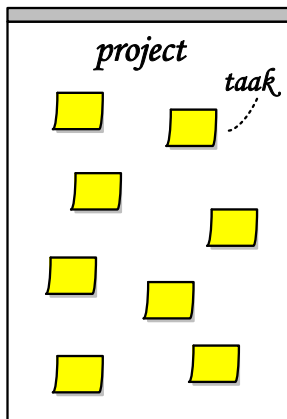


Zijn er investeringen zodat dit project stabiel is?





# Project financiering



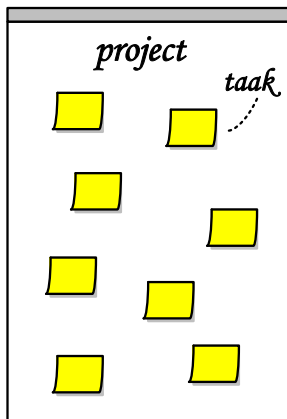
Investeerders





# Project financiering

Project:



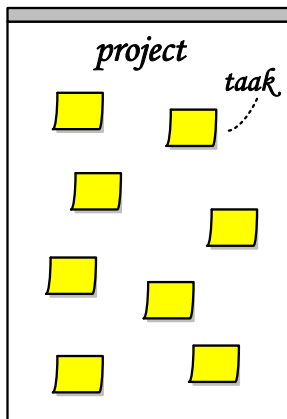
Investeerders



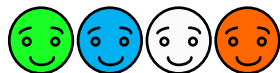
# Project financiering

Project:

- Opbrengsten per investeerder



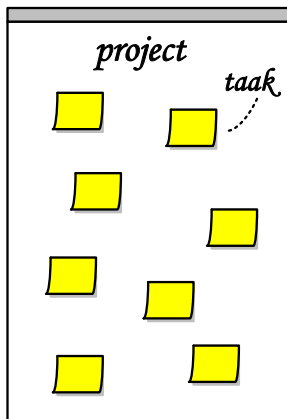
Investeerders



# Project financiering

Project:

- Opbrengsten per investeerder
- Kosten

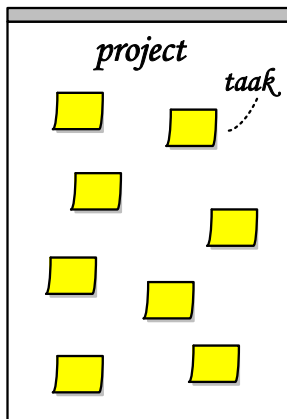


Investeerders



# Project financiering

Financiering:

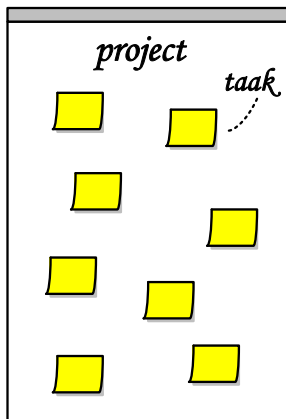


Investeerders



Financiering:

- Per investeerder een waarde berekenen

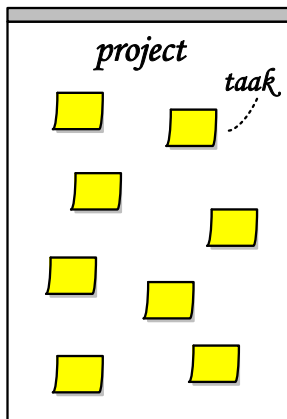


Investeerders



Financiering:

- Per investeerder een waarde berekenen
- Som van deze waarden onder bepaalde grens?



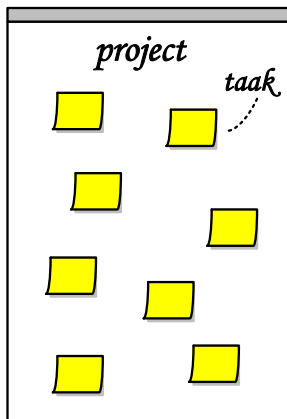
Investeerders



# Project financiering

Financiering:

- Per investeerder een waarde berekenen
- Som van deze waarden onder bepaalde grens?



Investeerders

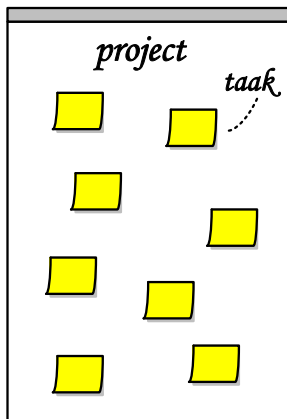


Ja: uitvoering project

# Project financiering

Financiering:

- Per investeerder een waarde berekenen
- Som van deze waarden onder bepaalde grens?



Investeerders



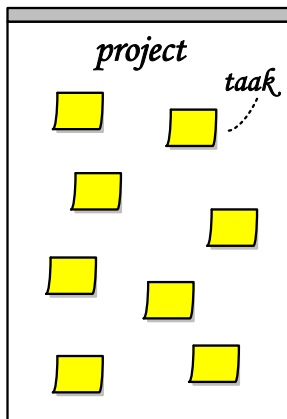
Ja: uitvoering project

Nee: zoek extra investeerders

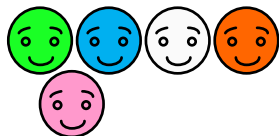


Financiering:

- Per investeerder een waarde berekenen
- Som van deze waarden onder bepaalde grens?



Investeerders

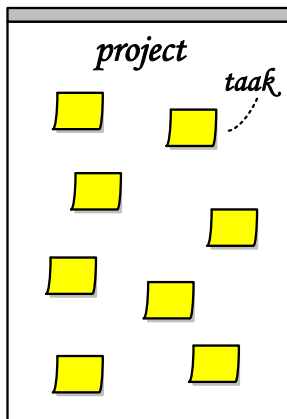


Ja: uitvoering project

Nee: zoek extra investeerders

Financiering:

- Per investeerder een waarde berekenen
- Som van deze waarden onder bepaalde grens?



Investeerders

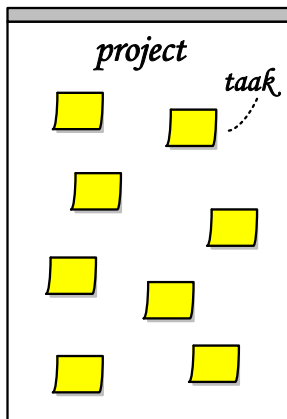


Ja: uitvoering project

Nee: zoek extra investeerders

Financiering:

- Per investeerder een waarde berekenen
- Som van deze waarden onder bepaalde grens?



Investeerders



Ja: uitvoering project

Nee: zoek extra investeerders

# Conclusie

Onderzoek naar:



# Conclusie

Onderzoek naar:

- Ontwikkeling van netwerken

# Conclusie

Onderzoek naar:

- Ontwikkeling van netwerken
- Structuren van netwerken

# Conclusie

Onderzoek naar:

- Ontwikkeling van netwerken
- Structuren van netwerken

Belangrijkste bijdragen van dit proefschrift:

# Conclusie

Onderzoek naar:

- Ontwikkeling van netwerken
- Structuren van netwerken

Belangrijkste bijdragen van dit proefschrift:

- Axiomatische eigenschappen



# Conclusie

Onderzoek naar:

- Ontwikkeling van netwerken
- Structuren van netwerken

Belangrijkste bijdragen van dit proefschrift:

- Axiomatische eigenschappen
- Locale aanpassingen

# Conclusie

Onderzoek naar:

- Ontwikkeling van netwerken
- Structuren van netwerken

Belangrijkste bijdragen van dit proefschrift:

- Axiomatische eigenschappen
- Locale aanpassingen
- Stabiliteit van netwerken  $\Rightarrow$  stabiliteit van projecten

# Dank voor uw aandacht!

