

Grundlagen der **Künstlichen Intelligenz**

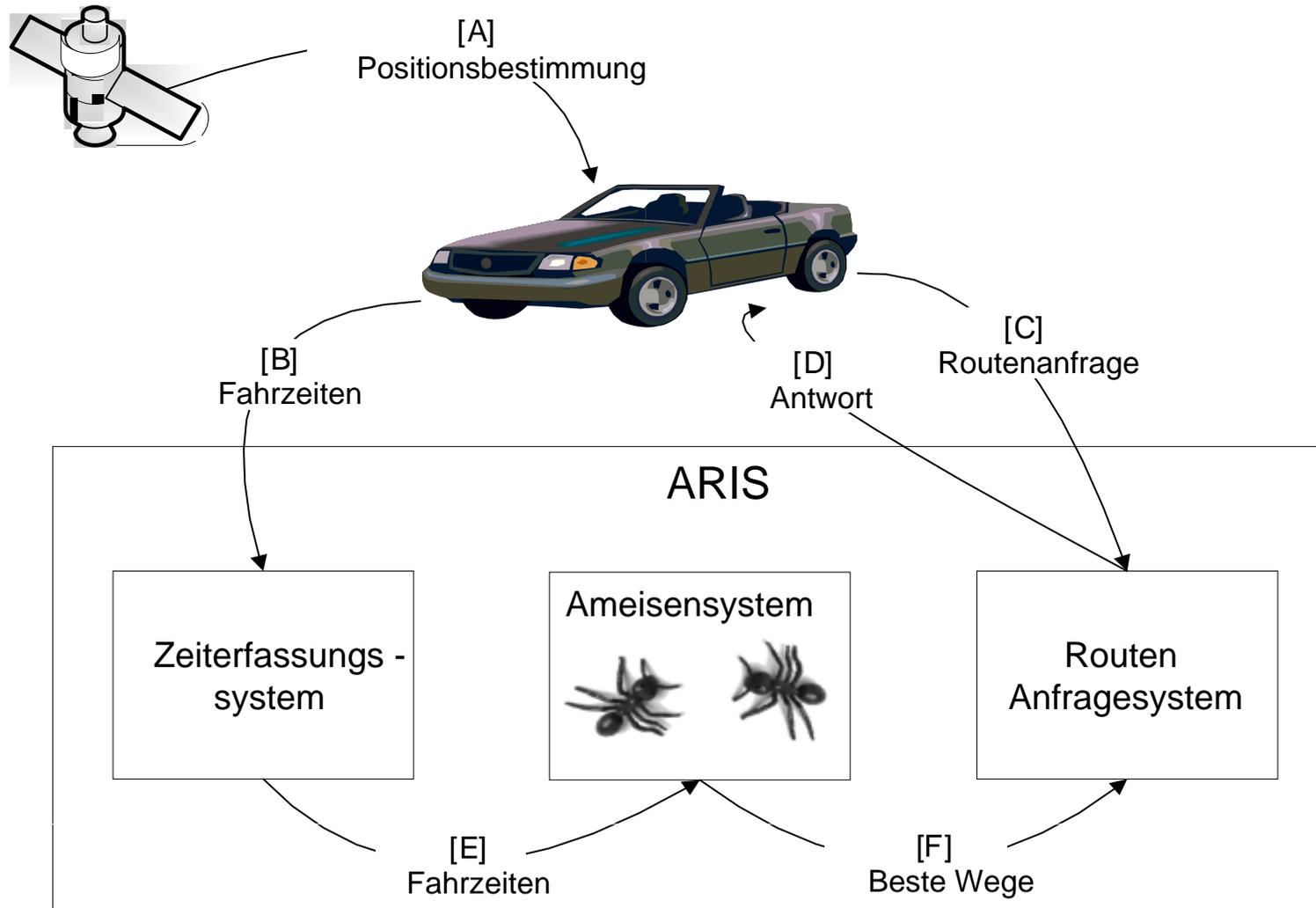
Sebastian Iwanowski
FH Wedel

Kap. 7:
Ameisenalgorithmen

7.2: Anwendung auf Dynamische Verkehrsnavigation

*Einige der hier vorgestellten Folien stammen aus früheren Präsentationen
von **Thomas Walther**, M.Sc. der FH Wedel*

Systemdesign: Systemkomponenten



ARIS = Ameisenbasiertes RoutenInformationssystem

Systemdesign: Systemkomponenten

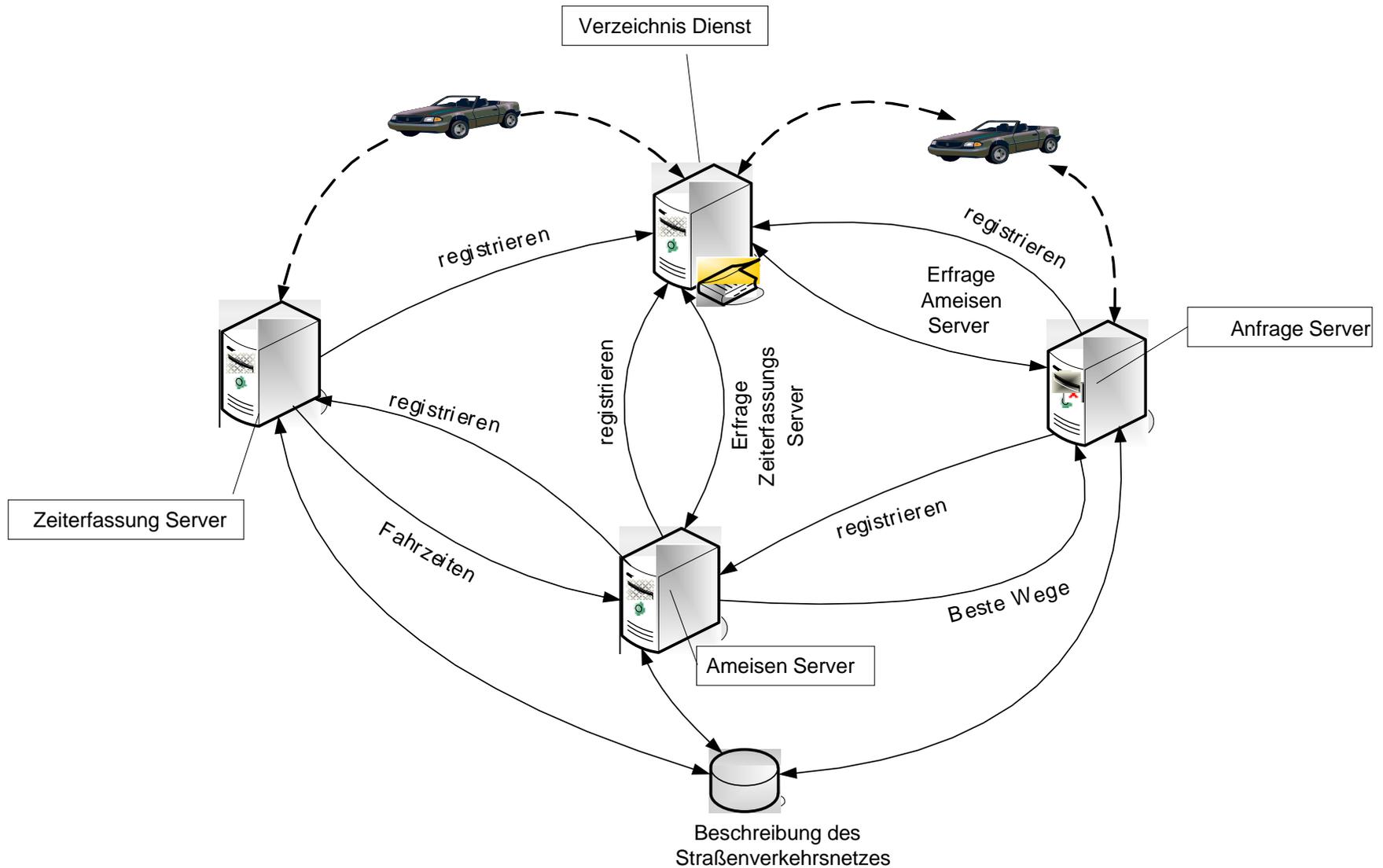
Zeiterfassungssystem

- Abbildung der Verkehrslage für die einzelnen Wegstrecken
- Verschiedene Datenquellen: Induktionsschleifen, Kameras, Fahrzeuge, ...

Fahrzeuge als Datenquelle

- Komplexe Erfassung notwendig
- Problematik geringer Informationsdichten
- Abgelegt werden die gemittelten Fahrzeiten (über ein Zeitfenster)

Systemdesign: Verteilung der Systemkomponenten



Systemdesign: Verteilung des Ameisensystems

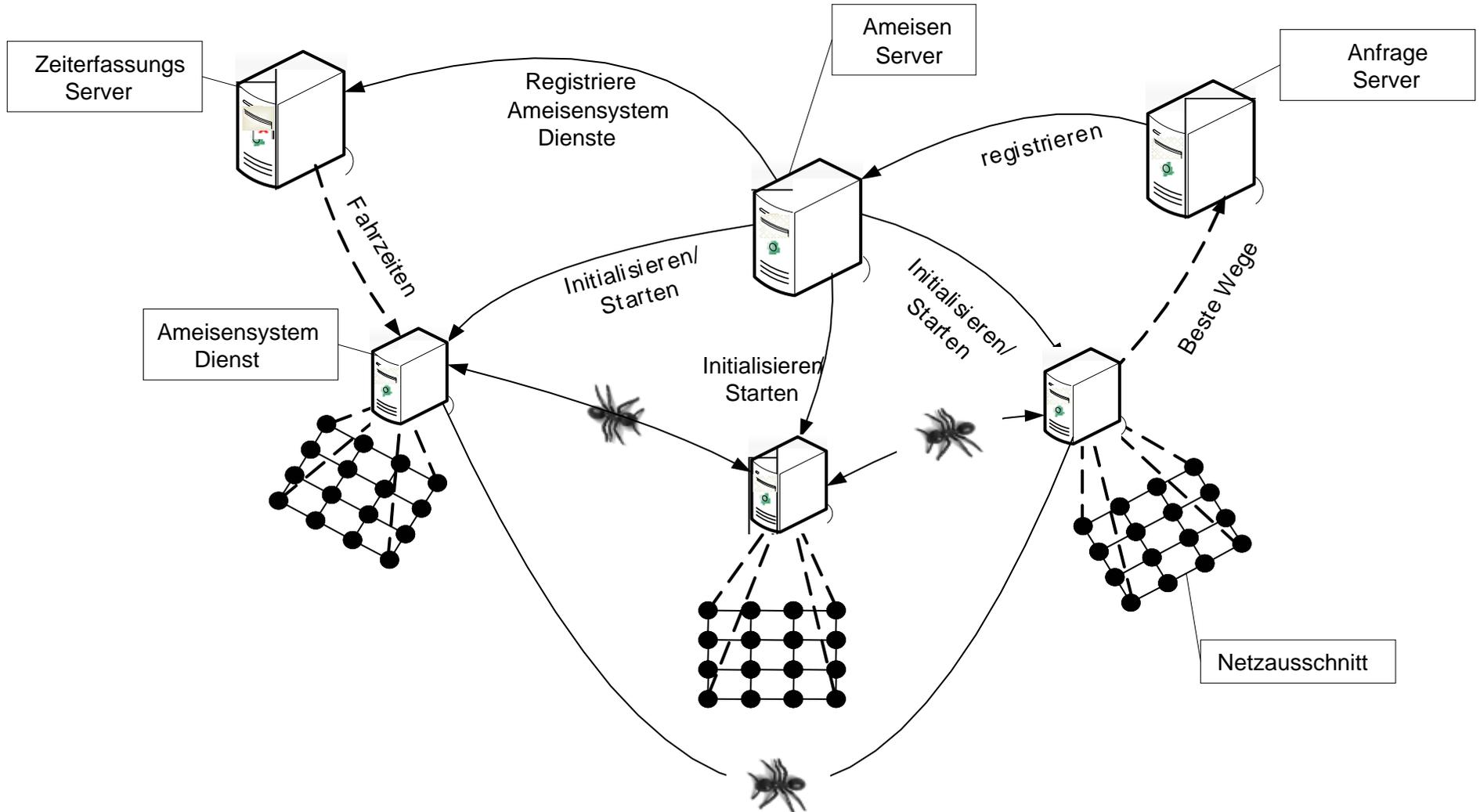
Große Netze sind problematisch:

- Je größer das Netz desto mehr Ameisen benötigt
- Je mehr Ameisen desto größer ist die Rechenlast

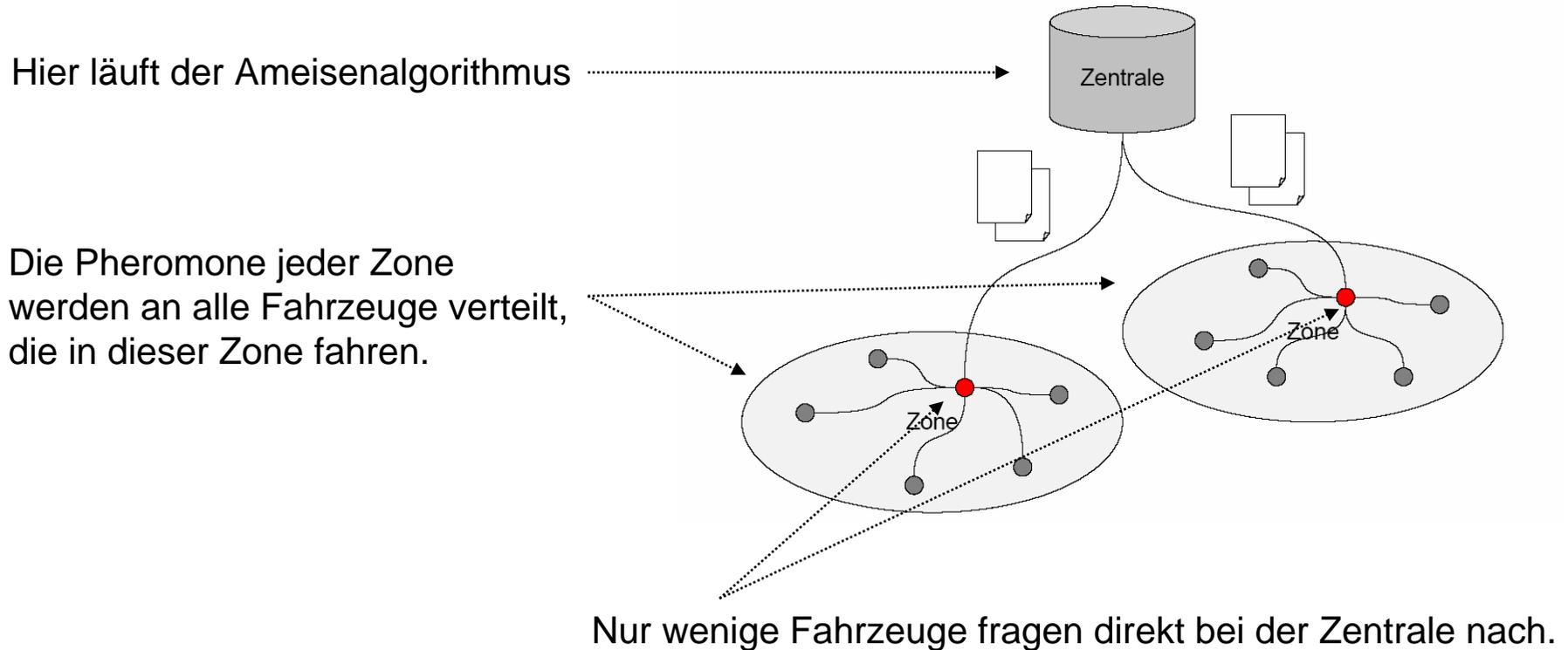
Lösung:

- Verteilung der Rechenlast auf gleichartige Dienste
- Begünstigt durch indirekte und lokale Kommunikation

Systemdesign: Verteilung des Ameisensystems



Mobile Nutzung der Pheromontabellen



Diskussion und Details in Masterarbeit Michael Suthe

Nutzen gegenüber herkömmlichen Navigationsverfahren

Komprimierte Speicherung der Daten:

- Pheromone speichern die zusammengefasste Situation von vielen Einzelstrecken
- Übertragungsdatenmenge wird dadurch beherrschbar.

Nebenläufige Berechnung der Daten:

- Ameisensystem errechnet die Daten außerhalb der Fahrzeuge
- Dadurch sind größere Rechnerkapazitäten einsetzbar.
- Die Berechnung kann bereits vor der Abfrage erfolgen.

Middleware zwischen Datenerfassung und Datennutzung:

- Dynamische Daten werden vom ganzen Land zentral erfasst und weiterverteilt.
- Die Zentrale fungiert als Middleware zwischen Datensammlern und Datennutzern
- Dadurch erhält man den Vorteil jeder Middleware:
weniger Kommunikationsaufwand zwischen vielen Providern und vielen Nutzern.

Künstliche Ameisenverfahren (ACO)

Entwicklungen verschiedener Forschergruppen

AntNet

Dorigo M., G. Di Caro & L. M. Gambardella (1999). Ant Algorithms for Discrete Optimization. *Artificial Life*, 5(2):137-172.

<http://iridia.ulb.ac.be/~mdorigo/ACO/ACO.html>

Gianni Di Caro, An Introduction to Swarm Intelligence and Metaheuristics for Combinatorial Optimization: lecture slides http://www.idsia.ch/~gianni/my_lectures.html

Ant Based Control (ABC)

Kroon R., *Dynamic vehicle routing using Ant Based Control*, Master's thesis, Delft University of Technology, 2002.

R. Schoonderwoerd, O. Holland, and J. Bruten. Ant-like agents for load balancing in telecommunications networks. In *Proceedings of the First International Conference on Autonomous Agents*, pages 209–216. ACM Press, 1997.

Künstliche Ameisenverfahren (ACO)

Grundlage für Wegentscheidung:

Routentabelle für jeden Knoten

Beispieltabellen für 2 Knoten:

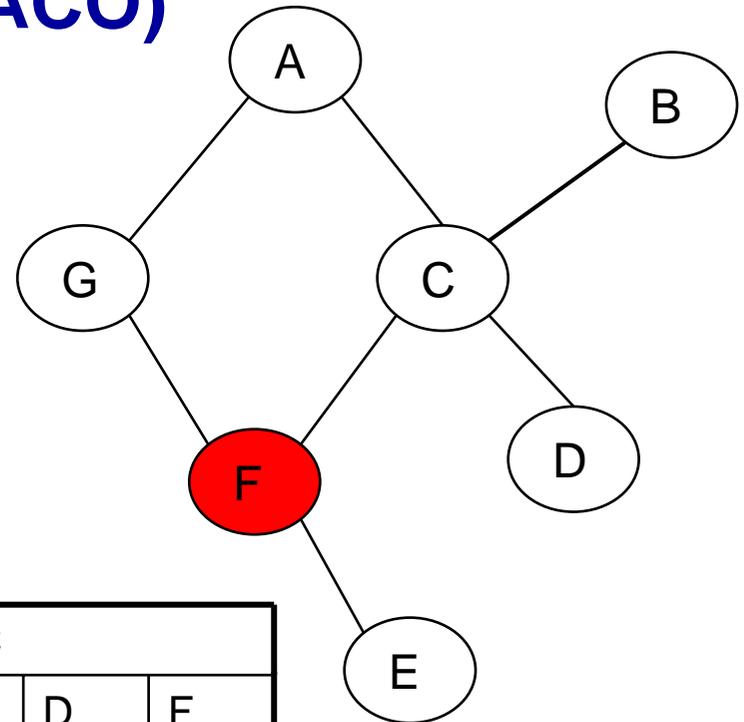


Tabelle F				
Next \ Dest	C	G	E	
A	0.3	0.65	0.05	
B	0.5	0.35	0.15	
C	0.9	0.05	0.05	
D	0.9	0.05	0.05	
E	0.05	0.05	0.9	
G	0.6	0.35	0.05	

Tabelle C					
Next \ Dest	A	B	D	F	
A	0.7	0.1	0.1	0.1	
B	0.05	0.85	0.05	0.05	
D	0.05	0.05	0.85	0.05	
E	0.25	0.05	0.05	0.65	
F	0.15	0.05	0.05	0.75	
G	0.6	0.05	0.05	0.3	

Künstliche Ameisenverfahren (ACO)

Algorithmischer Ablauf

Vorwärts- und Rückwärtsameisen

Kontinuierliche Generation von Vorwärtsameisen von jeder Quelle zu jedem Ziel

Funktionsweise der Vorwärtsameisen:

- Wahrscheinlichkeitsgesteuerte Wegwahl (gemäß aktuellen Tabellenwerten)
- Sammeln und Merken von Weginformationen (Wegzeiten etc.)
- Starten einer Rückwärtsameise am Ziel

Funktionsweise der Rückwärtsameisen:

- Rückverfolgung des Wegs der Vorwärtsameise
- Aktualisierung der Knoteninformation mit Hilfe der Weginformationen der Vorwärtsameise

Details eines Ameisenverfahrens (ABC)

$$\Delta P_{s,d} = \frac{c_1}{t_{s,d}} + c_2$$

Verdampfungskoeffizient:

Mit diesem lässt die Rückwärtsameise die Pheromone der anderen Wege „verdampfen“ und verstärkt gleichzeitig den eigenen Weg.

Verdampfung der Pheromone

$$P_{d,i} = \frac{P_{d,i}}{1 + \Delta P_{s,d}} \quad \forall i \neq f$$

Erhöhung der Pheromonkonzentration

$$P_{d,f} = \frac{P_{d,f} + \Delta P_{s,d}}{1 + \Delta P_{s,d}}$$

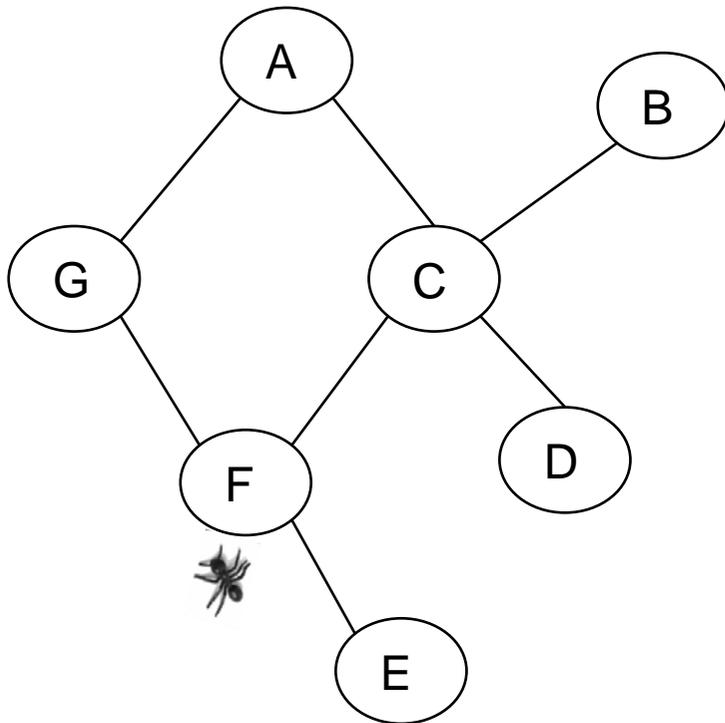
s ... Startknoten der Vorwärtsameise

d ... Zielknoten der Vorwärtsameise

f ... Knoten über den die Rückwärtsameise den aktuellen Knoten erreicht hat

Details eines Ameisenverfahrens (ABC)

Verhalten der Vorwärtsameise



Gedächtnis

$$s = F \quad d = B$$

$$t_{F,C}=0,5 \quad t_{C,B}=1,5$$

Tabelle F (verkürzt)

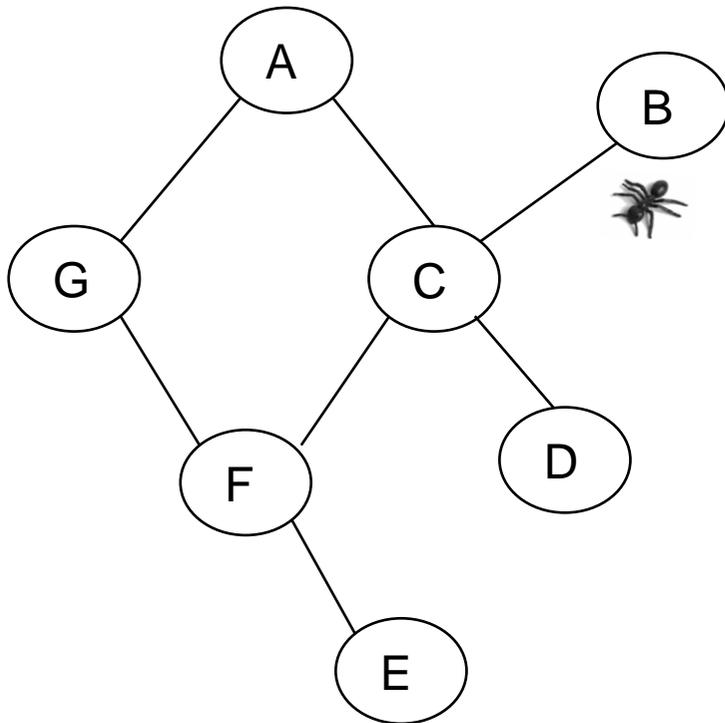
Next \ Dest	C	G	E
B	0.5	0.35	0.15

Tabelle C (verkürzt)

Next \ Dest	A	B	D	F
B	0.05	0.85	0.05	0.05

Details eines Ameisenverfahrens (ABC)

Verhalten der Rückwärtsameise



Gedächtnis

$$s = F \quad d = B$$

$$t_{F,C}=0,5 \quad t_{C,B}=1,5$$

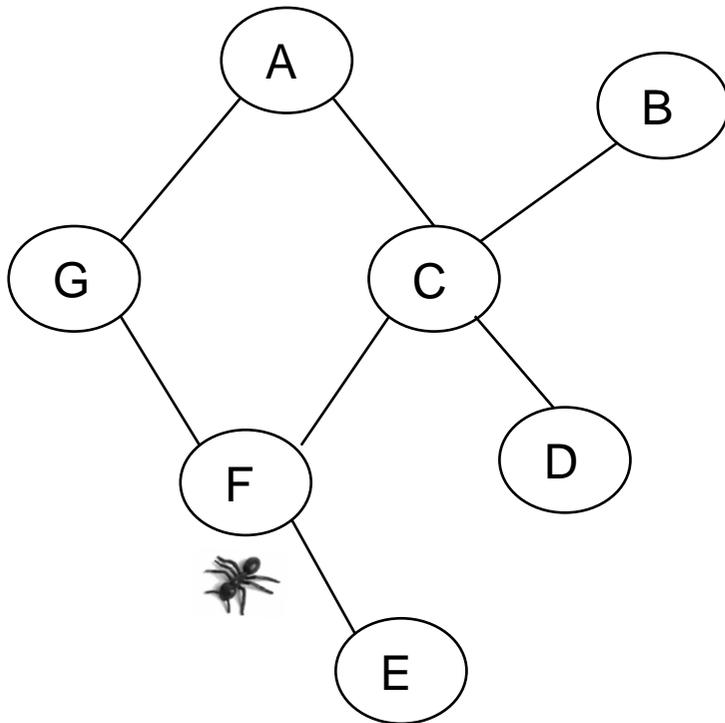
Tabelle C (verkürzt)

Next \ Dest	A	B	D	F
B	0.05	0.85	0.05	0.05

Pheromonaktualisierung verändert die Tabelle des Knotens C nicht, da als minimaler Wert für jeden Eintrag 0.05 erhalten bleiben soll.

Details eines Ameisenverfahrens (ABC)

Verhalten der Rückwärtsameise



Gedächtnis

$$s = F \quad d = B$$

$$t_{F,C} = 0,5 \quad t_{C,B} = 1,5$$

$$t_{F,B} = 2$$

Alte Tabelle F (verkürzt)			
Next \ Dest	C	G	E
B	0.5	0.35	0.15

Neue Tabelle F (verkürzt)			
Next \ Dest	C	G	E
B	0.83	0.12	0.05

$$\Delta P = \frac{2}{2} + 1$$

$$P_{\text{new},C} = \frac{0.5 + 2}{1 + 2} = 0,83$$

$$P_{\text{new},G} = \frac{0.35}{1 + 2} = 0,12$$

$$P_{\text{new},E} = \frac{0.15}{1 + 2} = 0,05$$