

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*

Künstliche Ameisenverfahren (ACO)

Grundlage für Wegentscheidung:

Routentabelle für jeden Knoten
als Wahrscheinlichkeitsverteilung

Beispieltabellen für 2 Knoten:

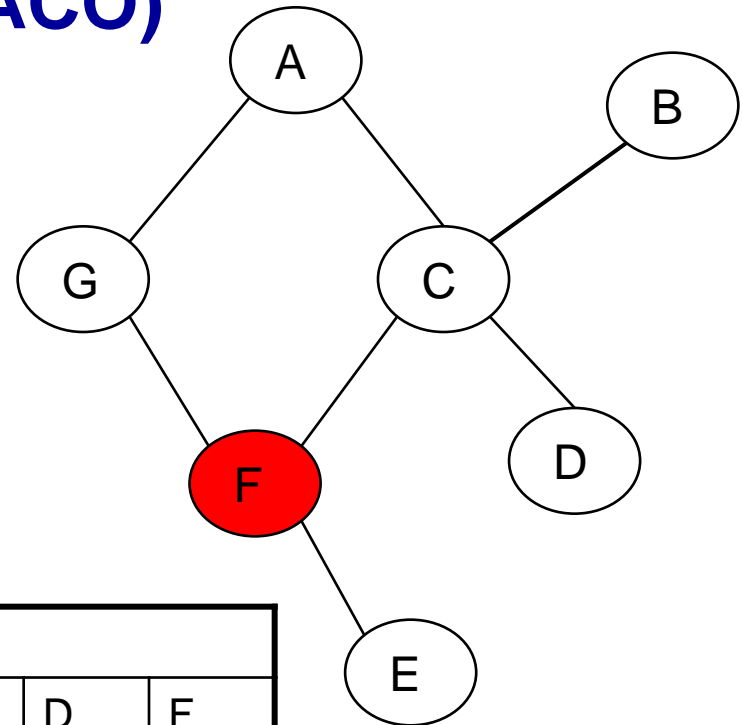


Tabelle F				
Next \ Dest	C	G	E	
A	0.3	0.65	0.05	
B	0.5	0.35	0.15	
C	0.9	0.05	0.05	
D	0.9	0.05	0.05	
E	0.05	0.05	0.9	
G	0.6	0.35	0.05	

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

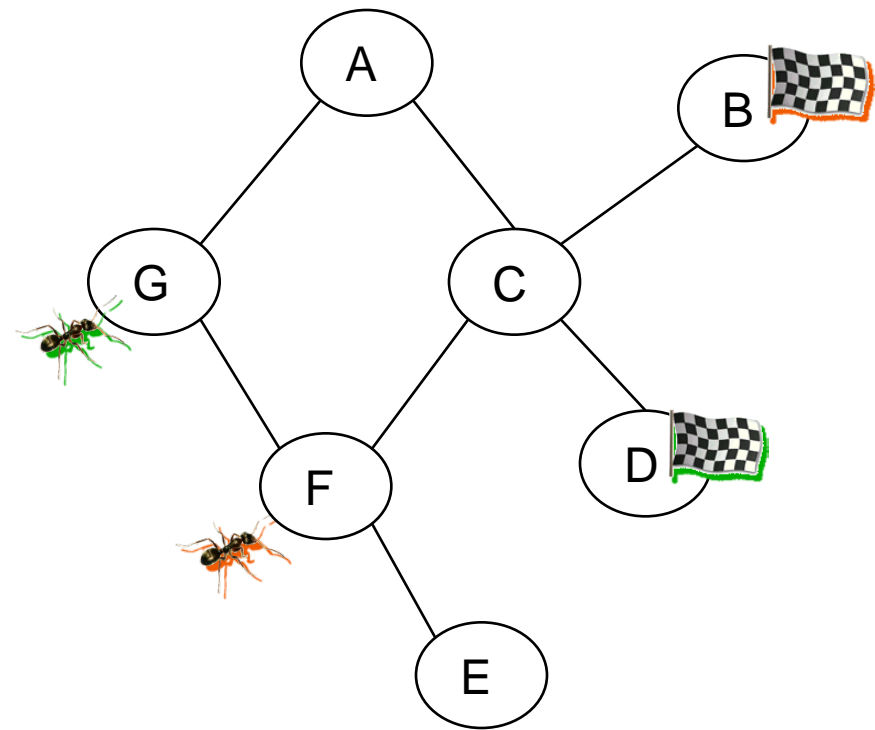
Funktionsweise der Rückwärtsameisen:

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

Künstliche Ameisenverfahren (ACO)

Generieren und Starten der Vorwärtsameise

- Kontinuierliche Generation an jedem Knoten
- Zufälliges Auswählen eines Zielknotens
- Asynchrones Starten aller Ameisen

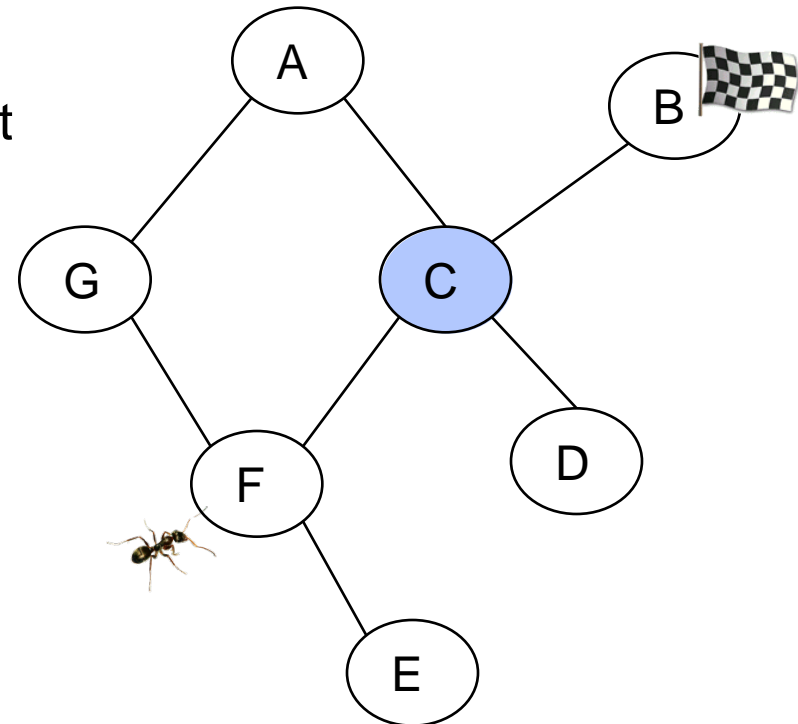


Künstliche Ameisenverfahren (ACO)

Wegwahl der Vorwärtsameise

- Entscheidung anhand der Wahrscheinlichkeitswerte der Routentabelle
- Besuchte Knoten werden nicht beachtet
- Ausnahme: Alle Nachbarknoten wurden bereits besucht

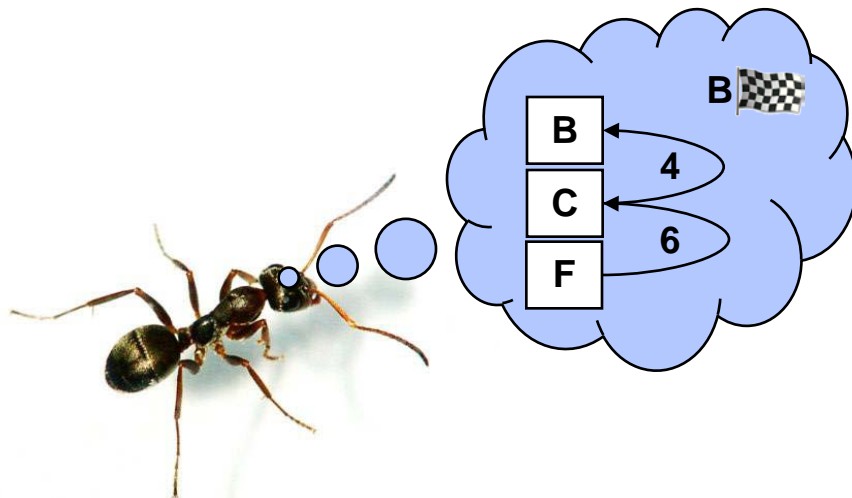
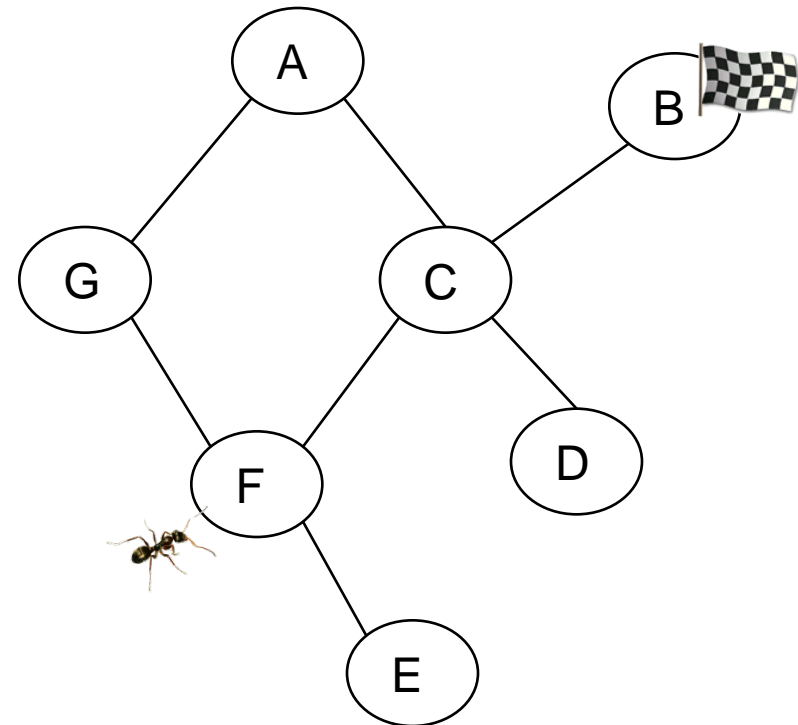
Next \ Dest	A	B	D	F
A	0.7	0.05	0.05	0.2
B	0.1	0.8	0.05	0.05
D	0.1	0.05	0.7	0.15
E	0.3	0.05	0.05	0.6
F	0.2	0.05	0.05	0.7
G	0.5	0.05	0.05	0.4



Künstliche Ameisenverfahren (ACO)

Informationsgewinnung der Vorwärtsameise

- Jeden besuchten Knoten in Stack merken
- Zyklen werden wieder gelöscht
 - Zu alte Vorwärtsameise wird gelöscht
- Benötigte Zeit zwischen zwei Knoten messen

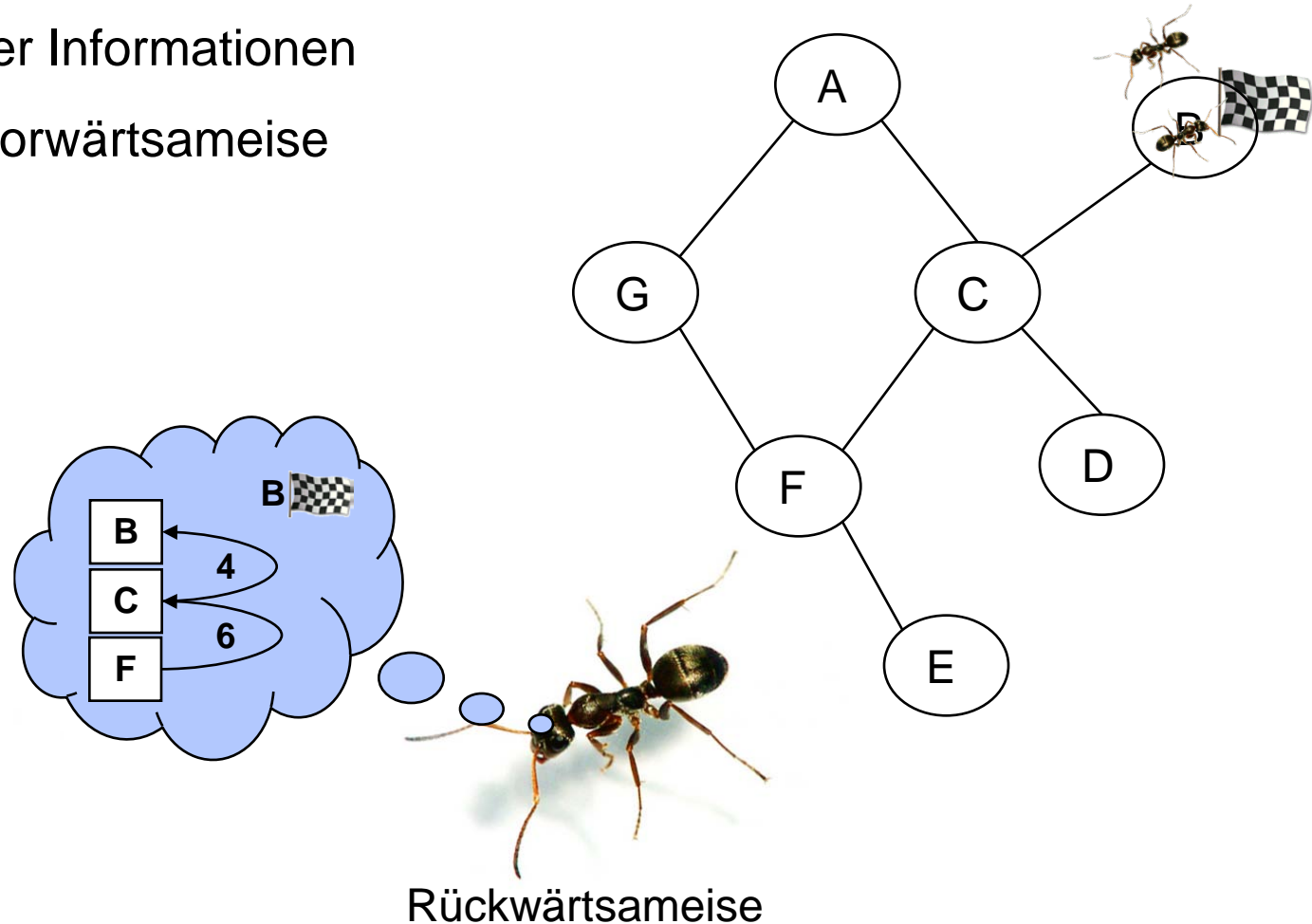


Vorwärtsameise

Künstliche Ameisenverfahren (ACO)

Generierung einer Rückwärtsameise

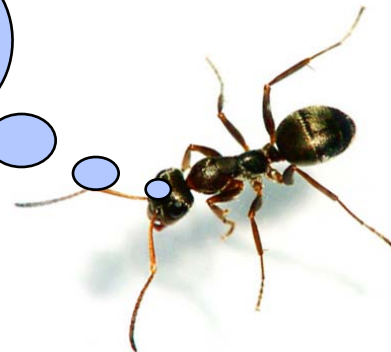
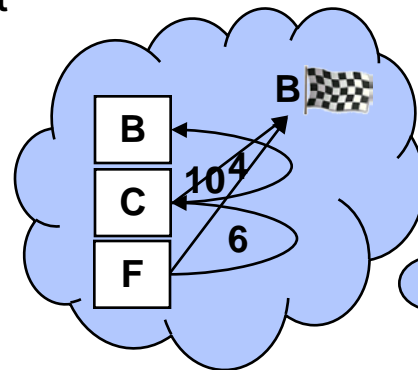
- Übergeben aller Informationen
- Löschen der Vorwärtsameise



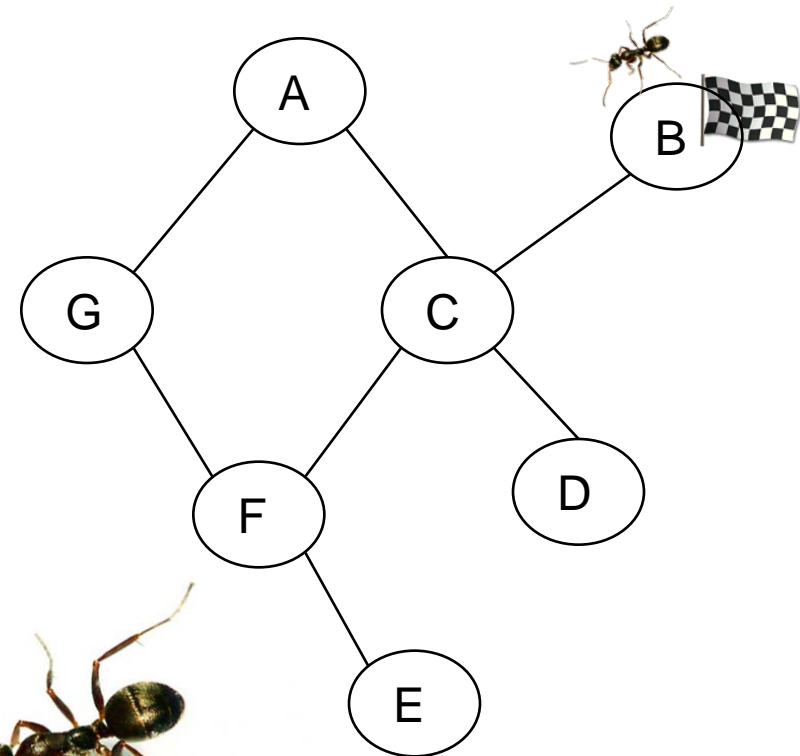
Künstliche Ameisenverfahren (ACO)

Rückverfolgung des Weges

- Rückwärtsameise besucht jeden Knoten des gespeicherten Weg in umgekehrter Reihenfolge
- Besuchter Knoten vom Stack entfernt
- Gesamtzeit t_{id} wird berechnet und Knoten n_i aktualisiert



Rückwärtsameise



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.

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

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

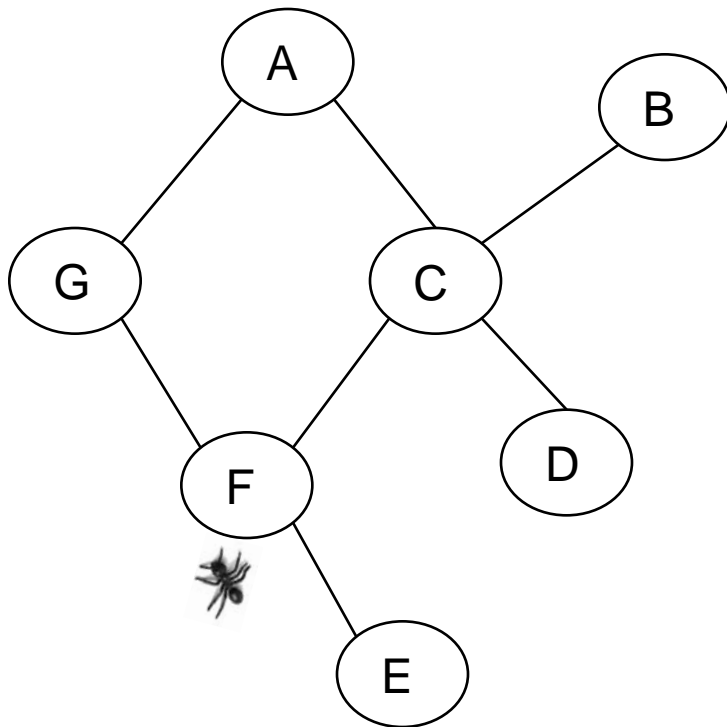
s ... Startknoten der Vorwärtsameise

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)

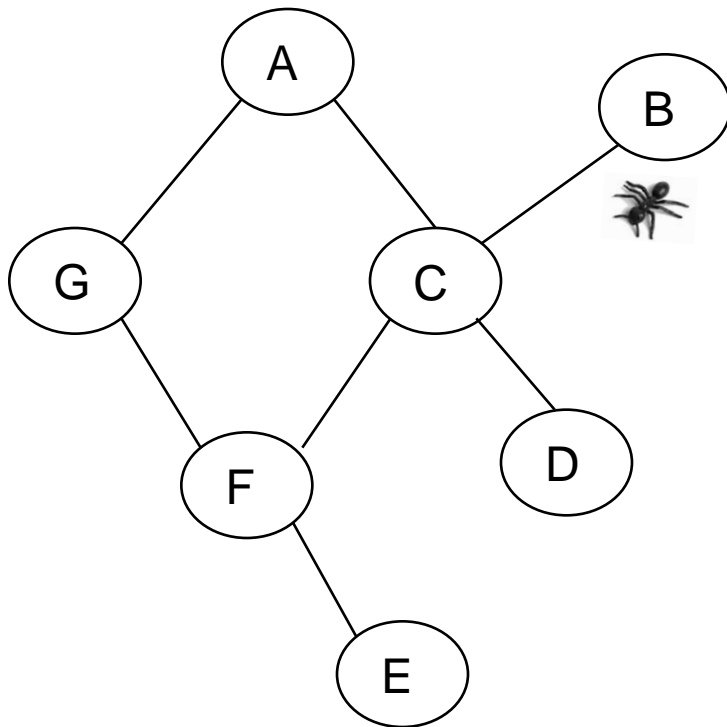
Next \ Dest	C	G	E
B	0.5	0.35	0.15

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

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

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

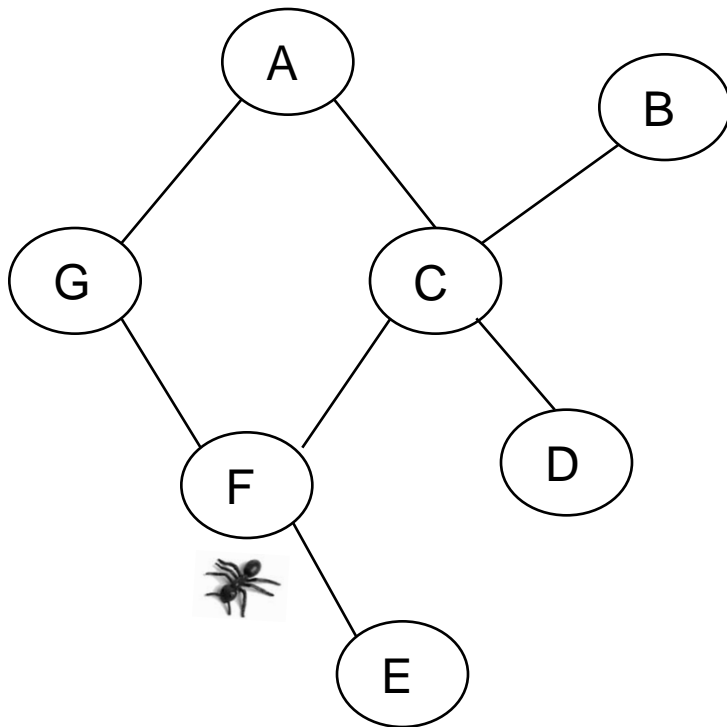
Tabelle C (verkürzt)

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

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

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

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

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