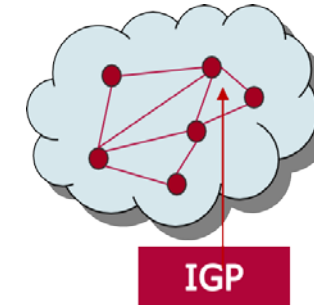
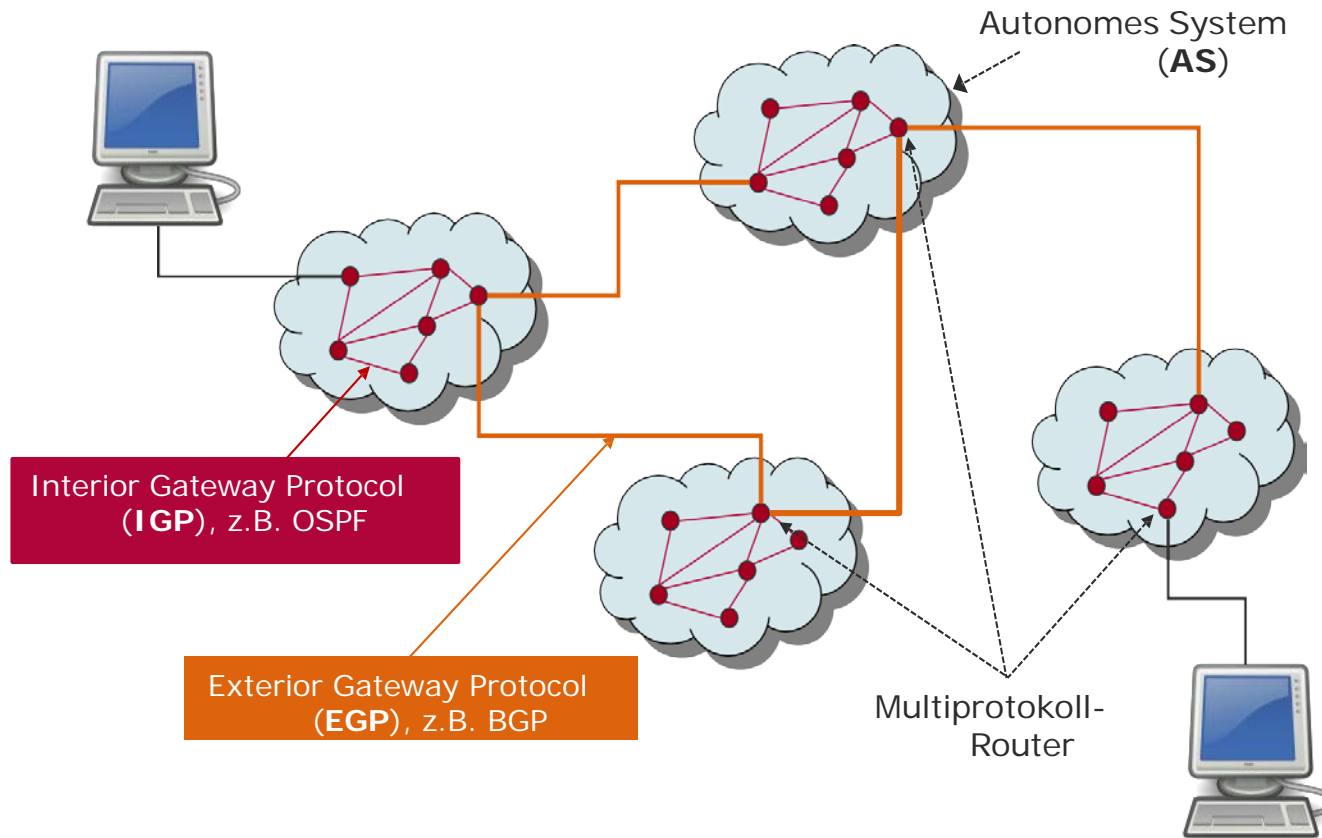


Internetworking – Routing im Internet



STUDIERN
AUF HÖCHSTEM
NIVEAU

Prof. Dr. Jürgen Anders, Hochschule Furtwangen
Fakultät Digitale Medien



Für das Routing innerhalb Autonomer Systeme ist das **Interior Gateway Protokoll – IGP** – zuständig

IGP basiert auf dem **OSPF – Open Shortest Path First**:

- Standardisiert in RFC 2328, ursprünglich schon 1989 eingeführt als RFC 1131
- **Link-State-Routing**, basiert auf **Dijkstra-Algorithmus**
- Erlaubt
 - schnelle, dynamische Anpassung an Topologieveränderungen
 - hierarchisches Routing
 - Routing im LAN (Broadcast-Netzwerk) und WAN
- unterstützt unterschiedliche Metriken im Internet (kürzeste Routen, billigste Routen, ...) und
- herstellerunabhängig

OSPF – Open Shortest Path First

Netz wird als Graph G mit gewichteten Kanten modelliert

Ziel: Finde kürzeste Wege von Startknoten A zu allen Knoten von G

Vorgehensweise:

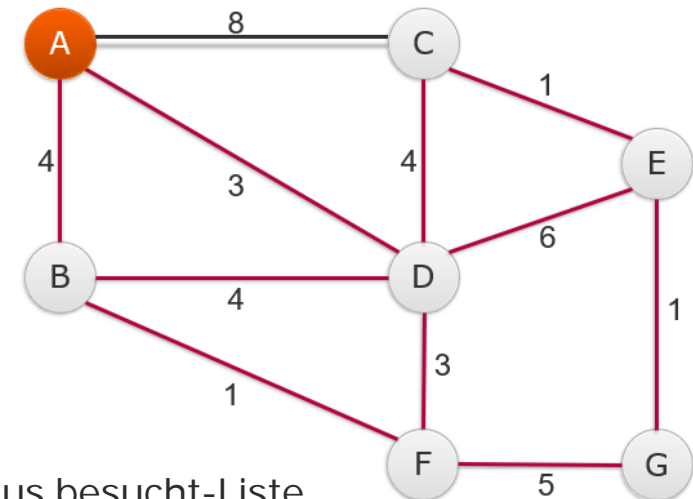
- Weise allen Knoten die beiden Eigenschaften **Distanz** und **Vorgänger** zu,
- führe zwei zunächst leere Knoten-Listen „**besucht**“ und „**gefunden**“ und
- initialisiere Distanz im Startknoten A mit 0 und in allen anderen Knoten mit ∞

Solange es Knoten gibt, die **noch nicht gefunden** sind,

- wähle einen Knoten mit **minimaler Distanz** aus und
 - speichere ihn Liste „**gefunden**“ und
 - berechne für alle seine noch unbesuchten Nachbarknoten die Summe des jeweiligen Kantengewichtes und der aktuellen Distanz
 - ist Knoten noch nicht in besucht-Liste, wird er eingefügt
 - Ansonsten prüfe, ob gerade berechneter Wert kleiner ist als die in der besucht-Liste gespeicherte Distanz → aktualisiere Distanz und setze den aktuellen Knoten als Vorgänger (Update)

Nachrichtentypen für Kommunikation zwischen Routern

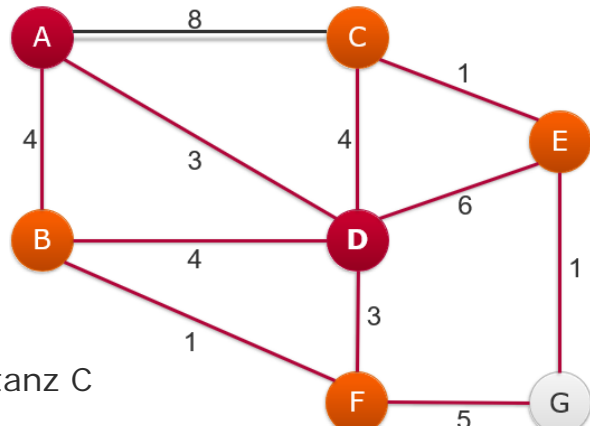
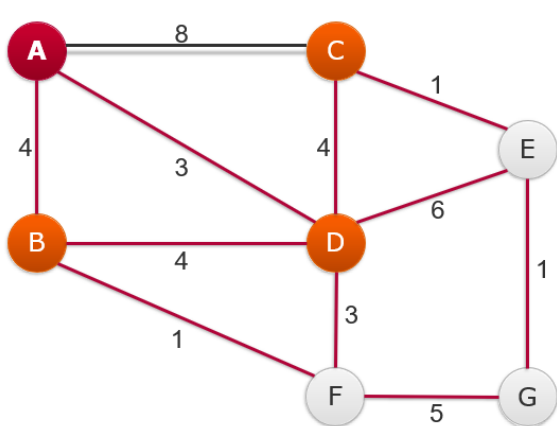
Hello	Wer sind meine Nachbarn?
Link State Update	Link-State-Aktualisierung an Nachbarn (Status, Metrik/Kosten)
Link State Ack	Bestätigung der Link-State-Aktualisierung
Database Description	Link-State-Pakete mit aktuellen Informationen des Senders
Link State Request	Link-State-Anforderung an Nachbarn zum Ermitteln der aktuellsten Verbindungsdaten



Wähle **Knoten A** aus besucht-Liste

Besucht	A:0
Kürzester Weg gefunden	

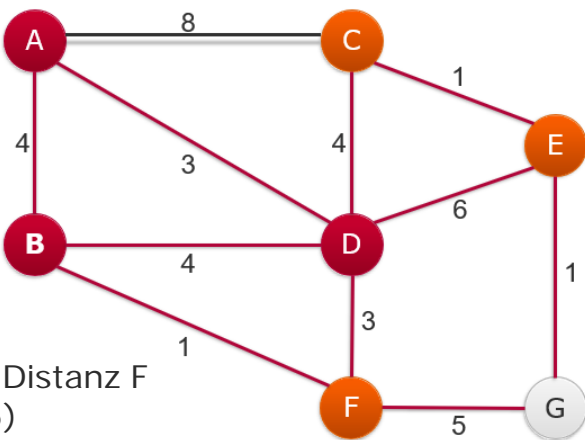
Beispiel: Dijkstra-Algorithmus (1/2)



Update Distanz C
(8 auf 7)

Wähle **Knoten B** aus besucht-Liste

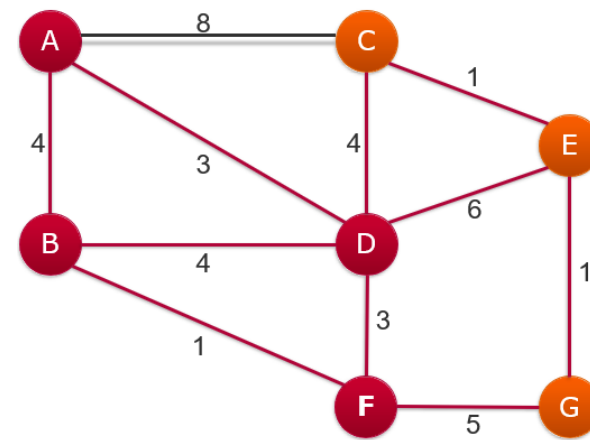
Besucht	B:4, C:7, E:9, F:6
Kürzester Weg gefunden	A:0, D:3



Update Distanz F
(6 auf 5)

Wähle **Knoten F** aus besucht-Liste

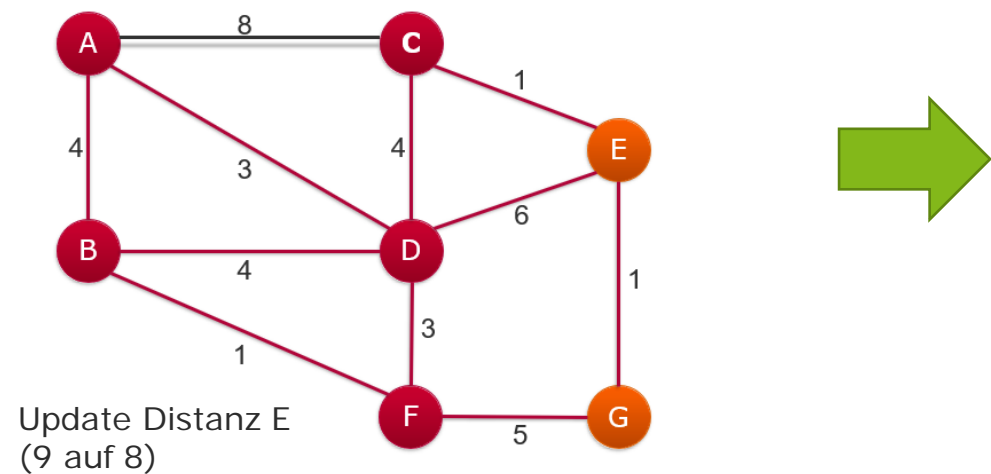
Besucht	C:7, E:9, F:5
Kürzester Weg gefunden	A:0, D:3, B:4



Wähle **Knoten C** aus besucht-Liste

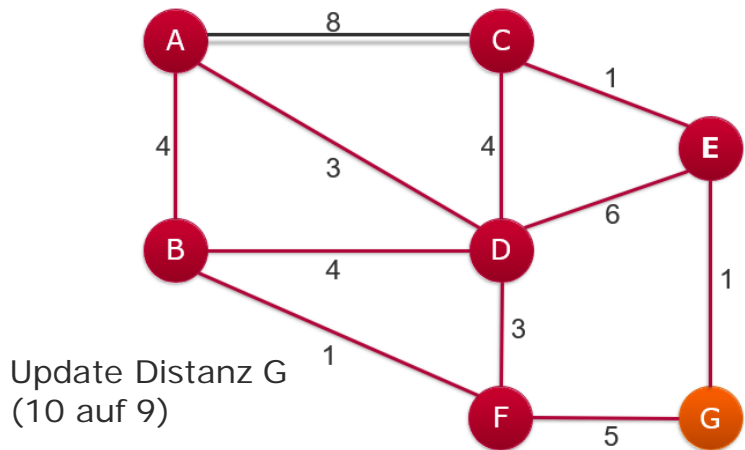
Besucht	C:7, E:9, G:10
Kürzester Weg gefunden	A:0, D:3, B:4, F:5

Beispiel: Dijkstra-Algorithmus (2/2)



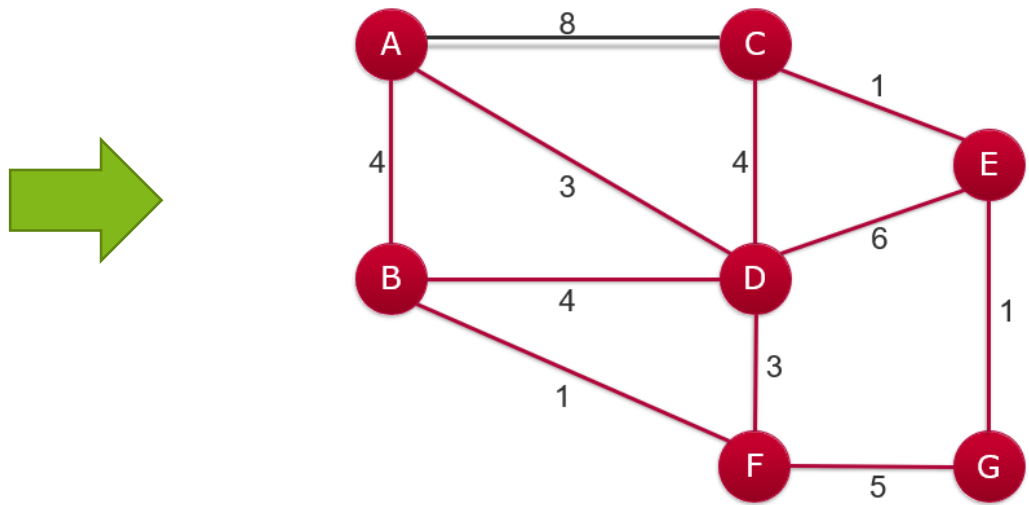
Wähle **Knoten E** aus Besucht-Liste

Besucht	E: 8, G: 10
Kürzester Weg gefunden	A: 0, D: 3, B: 4, F: 5, C: 7



Wähle **Knoten G** aus besucht-Liste

Besucht	G: 9
Kürzester Weg gefunden	A: 0, D: 3, B: 4, F: 5, C: 7, E: 8



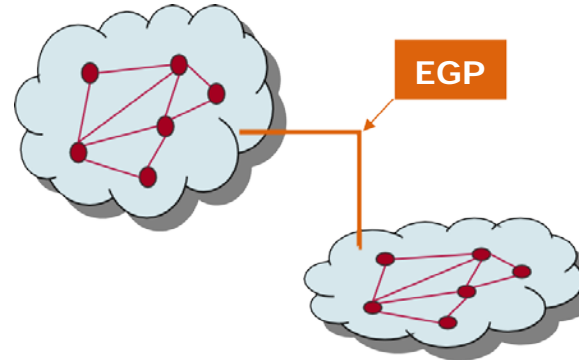
Besucht	
Kürzester Weg gefunden	A: 0, D: 3, B: 4, F: 5, C: 7, E: 8, G: 9

BGP – Border Gateway Protocol

- Nur für AS-Grenz-Router(!), also für die Verbindung zwischen zwei Internet Service Providern
- Muss bestimmte Regelungen beachten
 - politische, sicherheitstechnische, wirtschaftliche
 - manuelle Konfiguration (Scripts)

(bei IGP -> geht es „nur“ um möglichst effiziente Paketzustellung)

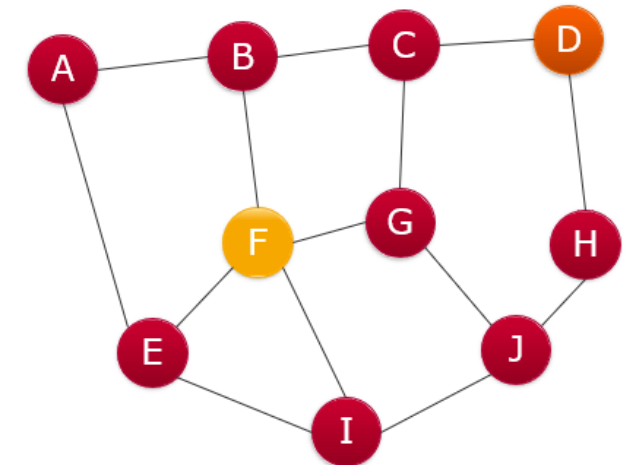
- BGP-Router kommunizieren via TCP-Verbindung
 - zuverlässig, verbirgt Details der durchquerten Netze
- Grundsätzlich Distanzvektor-Routing
 - verwaltet Distanz UND zugehörigen Pfad
 - teilt Nachbarn den verwendeten Pfad mit



Beispiel:

Informationen, die F von seinen Nachbarn über den Router D erhält:

B: B – C – D
G: G – C – D
I: I – J – H – D
E: E – F – G – C – D



F ermittelt z.B. kürzesten Pfad nach D,
endgültige Routingentscheidung trifft Administrator durch Router-Regeln

Internetworking – Routing im Internet



STUDIERN
AUF HÖCHSTEM
NIVEAU

Prof. Dr. Jürgen Anders, Hochschule Furtwangen
Fakultät Digitale Medien