

Peer-to-Peer Computing für mobile Ad Hoc Netze

Christoph Lindemann

Universität Dortmund
Informatik IV

-Rechnersysteme und Leistungsbewertung-
August-Schmidt-Str. 12
44227 Dortmund

<http://www4.cs.uni-dortmund.de/~Lindemann/>

Dieser Vortrag basiert auf gemeinsamen Arbeiten
mit A. Klemm und O. Waldhorst

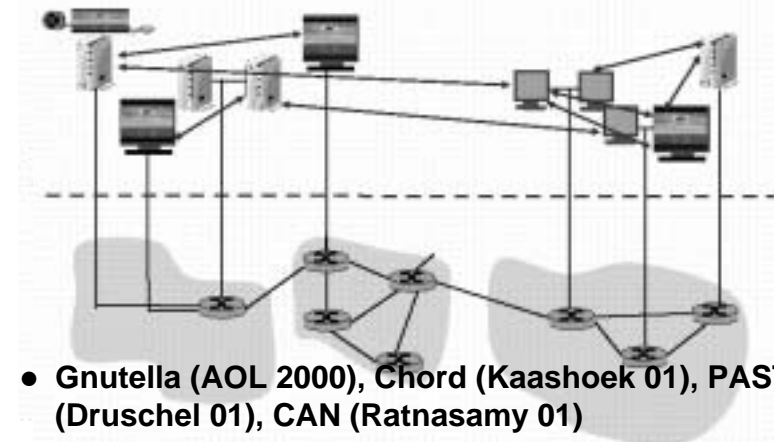
Gliederung

- Peer-to-Peer Computing und Ad Hoc Netze
 - P2P Systeme im Internet
 - P2P Systeme und mobile Ad Hoc Netze
 - Motivation der Forschungsarbeiten
- Das MANET Routing Protokoll und das Suchverfahren
 - Schwächen statischer Overlay Verbindungen
 - Schlüsselideen für den Entwurf des ORION Systems
 - Leistungskurven
- Das MANET Transfer Protokoll zum Runterladen von Dateien
 - Veranschaulichung der Funktionsweise
 - Leistungskurven
- Weitere Arbeiten

Peer-to-Peer Computing und Ad Hoc Netze

Veranschaulichung: P2P im Internet

- physikalische Kommunikation auf der IP Schicht
- logische Kommunikation auf der Applikationsschicht



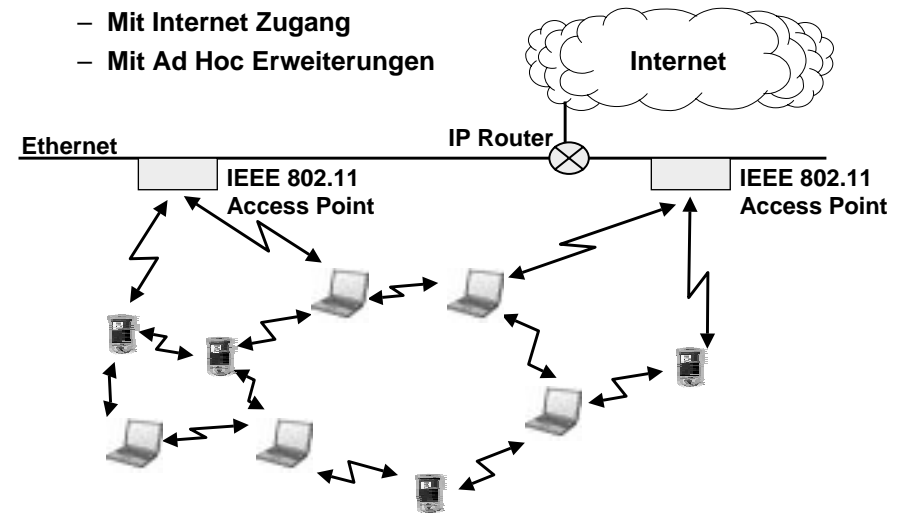
- Gnutella (AOL 2000), Chord (Kaashoek 01), PAST (Druschel 01), CAN (Ratnasamy 01)
- Herausforderung: Skalierbarkeit, Streaming Apps

Peer-to-Peer Systeme und Ad Hoc Netze

- **Mobile Ad Hoc Netze (MANET)**
 - Multi-Hop Kommunikation
 - Jeder mobile Knoten kann als Relay für andere Knoten dienen
- **Drahtlose Ad Hoc Netze haben viele Gemeinsamkeiten mit Peer-to-Peer (P2P) Systemen**
 - Keine Infrastruktur
 - Kein a-priori Wissen über globalen Zustand
 - Ständig viele neu ankommende und abgehende Teilnehmer
- **MANET Routing Protokolle**
 - Proaktiv DSDV (Perkins 1994), reaktiv: DSR (Johnson et al. 2002), hybrid: AODV (Perkins et al. 2002)
- **MANET Erweiterung für mobiles Internet**
 - 7DS (Schulzrinne et al. 2001)

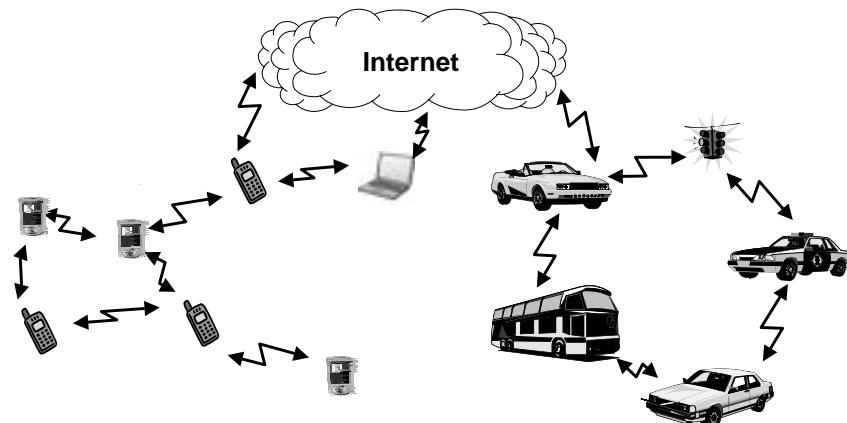
MANET Anwendungsfelder (1)

- **drahtloses LAN IEEE 802.11**
 - Mit Internet Zugang
 - Mit Ad Hoc Erweiterungen



MANET Anwendungsfelder (2)

- **Mobil, drahtlos und vollständig autonomes LAN/MAN**
 - IEEE 802.11 oder zukünftige Funktechnologie
 - Super Knoten mit UMTS Zugang zum Internet



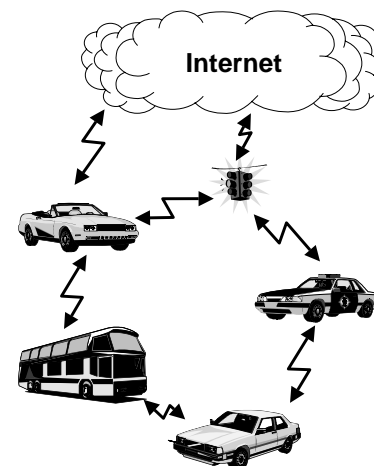
mobiles Ad Hoc Netz für Car-to-Car App.

P2P Applikationen

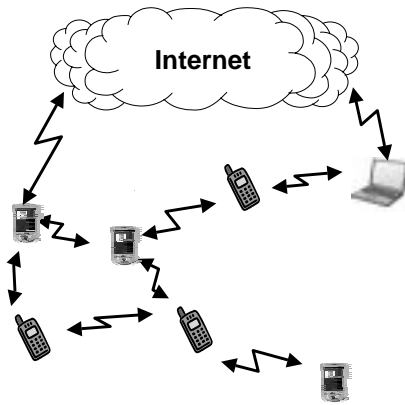
- Informationsaustausch über Verkehrereignisse (Stau, Unfall, Glatteis, etc.)
- Download Audio, Video, Streckenplanung von Infostation
- Drahtloser Parkautomat

Herausforderungen:

- Ausnützen der Bewegung für Resource Discovery
- Funktechnologien für große Reichweite und schnelle Bewegung



mobiles Ad Hoc Netz für Infotainment App.



P2P Applikationen

- File Sharing für mobiles e-learning (z.B. "Notebook University")
- Tausch von Musikclips, Klingeltönen, Bildern etc. von Handy zu Handy

Herausforderungen:

- Routing Protokolle für unregelmässige Bewegung
- QoS Unterstützung für Streaming Applikationen
- Effektives Management niedriger Speicher- und Batteriekapazität

Aktuelle Forschungsthemen

- Content-basierte Routing Protokolle für MANET
 - Optimierung des Routing für vorgegebene Applikationen
- Resource Discovery durch Ausnutzen von Bewegung
 - Passives verteiltes Indexieren
- Arbeitslastcharakterisierung und –modellierung für P2P-Systeme
 - Messmethodik, Verkehrsmodell, Parameterschätzverfahren
- QoS/Revenue Management für B3G mobile Netze
 - Regelung durch Online Analyse einer Markov Modells

- Erweiterungen für TCP über drahtlose Verbindungen
- Geschäfts- und Anreizmodelle für Relay Nutzung
- ...

Das MANET Routing Protokoll und das Suchverfahren

State-of-the-Art P2P Systeme

P2P im IP Festnetz

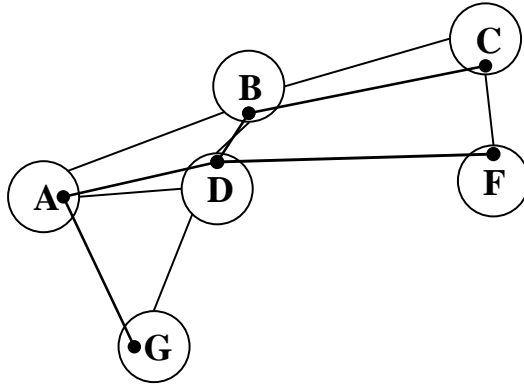
- Gnutella, Chord, Past, etc. verwenden statische Verbindungen auf Applikationsschicht
 - Da Topologie des Netzes statisch ist, kein hoher Overhead
 - Bei hinreichend hoher Bandbreite kein Engpass

Probleme für P2P in MANET

- häufig wechselnde Topologie und geringe Netzbandbreite
- Overlay Netz stimmt sehr schlecht mit zugrundeliegender Netztopologie überein
 - Lebenszeit einer Route auf Applikationsschicht (Verweilzeit eines Knotens im Bereich Min. bis Std.)
 - Lebenszeit einer Route auf Netzwerkschicht (Mobilität eines Knotens im Bereich Sek. bis Min.)

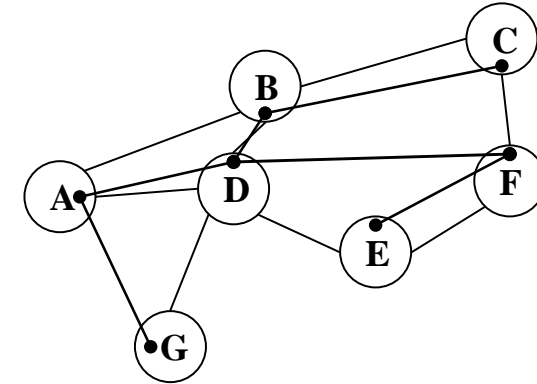
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (1)

- Hoher Overhead für Routing
 - Bewegung von Knoten erfordert häufiges Abgleichen und Erneuern gebrochener Routen



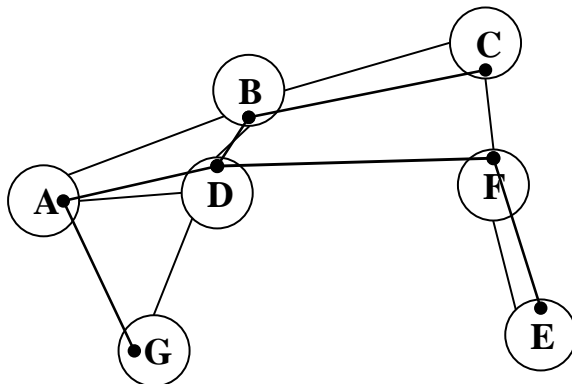
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (1)

- Hoher Overhead für Routing
 - Bewegung von Knoten erfordert häufiges Abgleichen und Erneuern gebrochener Routen



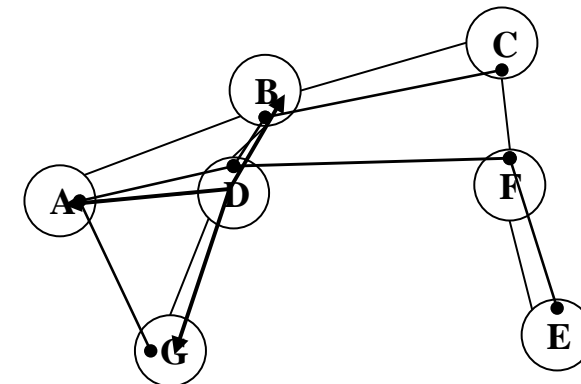
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (1)

- Hoher Overhead für Routing
 - Bewegung von Knoten erfordert häufiges Abgleichen und Erneuern gebrochener Routen



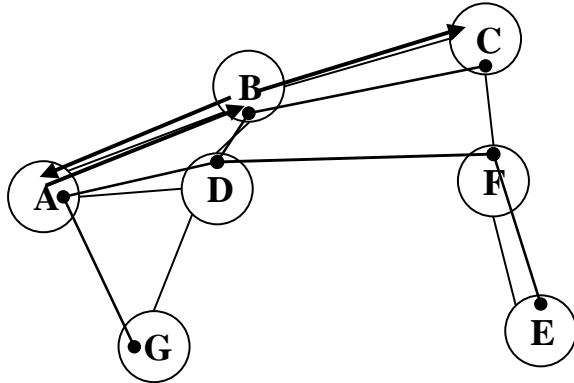
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (1)

- Hoher Overhead für Routing
 - Bewegung von Knoten erfordert häufiges Abgleichen und Erneuern gebrochener Routen



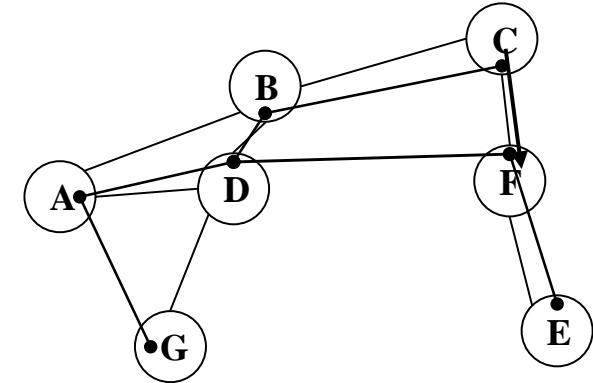
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (1)

- Hoher Overhead für Routing
 - Bewegung von Knoten erfordert häufiges Abgleichen und Erneuern gebrochener Routen



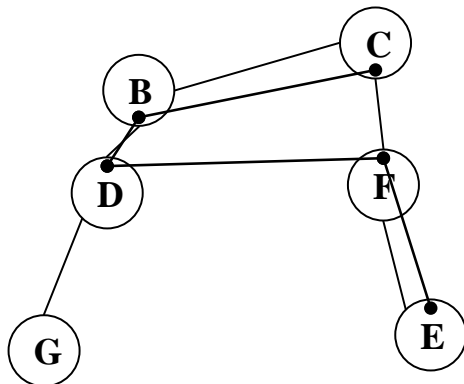
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (1)

- Hoher Overhead für Routing
 - Bewegung von Knoten erfordert häufiges Abgleichen und Erneuern gebrochener Routen



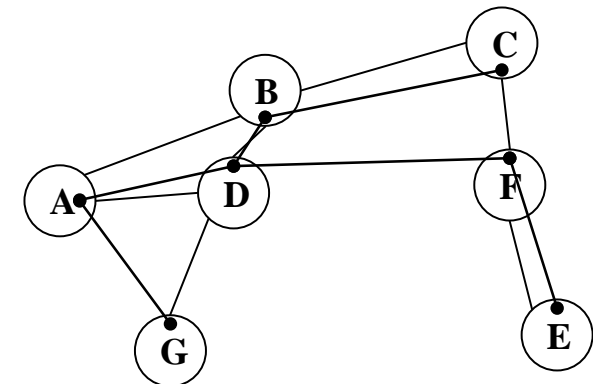
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (2)

- Häufiges Abbrechen der Verbindungen auf Applikationsschicht
 - Die Verbindung auf Applikationsschicht kann aufgrund von Bewegung abbrechen
 - Erfordert Aufruf eines Bootstrap Mechanismus



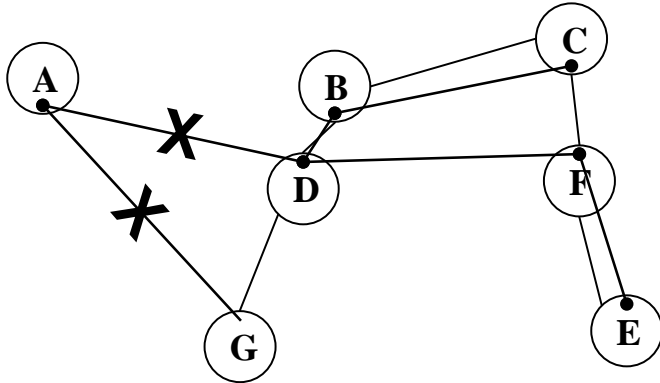
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (2)

- Häufiges Abbrechen der Verbindungen auf Applikationsschicht
 - Die Verbindung auf Applikationsschicht kann aufgrund von Bewegung abbrechen
 - Erfordert Aufruf eines Bootstrap Mechanismus



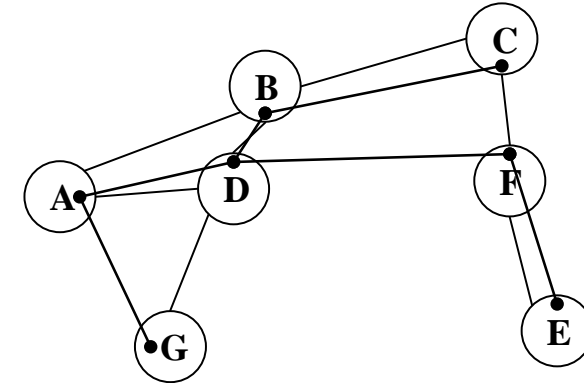
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (2)

- Häufiges Abbrechen der Verbindungen auf Applikationsschicht
 - Die Verbindung auf Applikationsschicht kann aufgrund von Bewegung abbrechen
 - Erfordert Aufruf eines Bootstrap Mechanismus



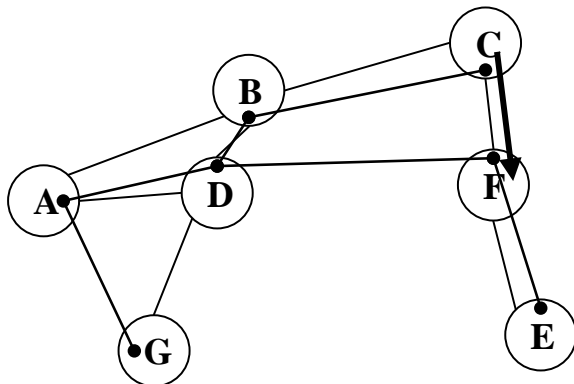
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (3)

- Schlechte Auslastung der Konnektivität auf Verbindungsschicht
 - Physikalische Verbindungen werden unnötigerweise mehrmals durchlaufen
 - Gilt für IP Festnetz wie für MANET



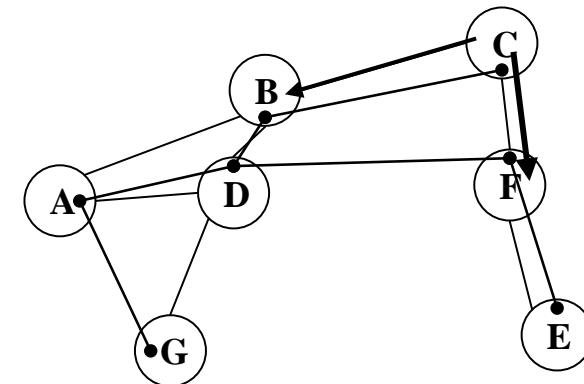
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (3)

- Schlechte Auslastung der Konnektivität auf Verbindungsschicht
 - Physikalische Verbindungen werden unnötigerweise mehrmals durchlaufen
 - Gilt für IP Festnetz wie für MANET



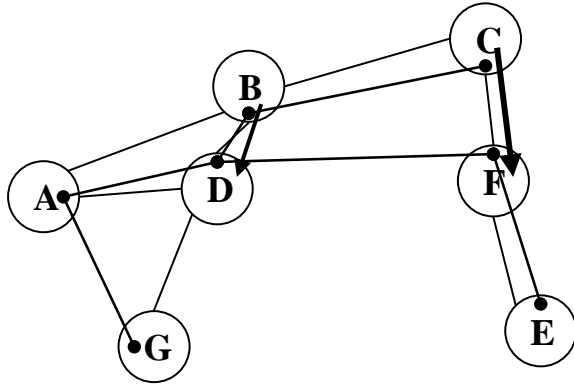
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (3)

- Schlechte Auslastung der Konnektivität auf Verbindungsschicht
 - Physikalische Verbindungen werden unnötigerweise mehrmals durchlaufen
 - Gilt für IP Festnetz wie für MANET



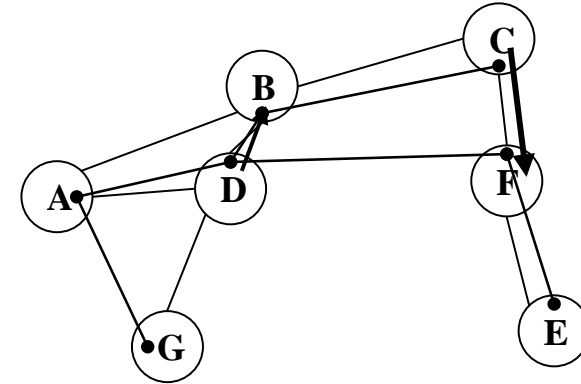
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (3)

- Schlechte Auslastung der Konnektivität auf Verbindungsschicht
 - Physikalische Verbindungen werden unnötigerweise mehrmals durchlaufen
 - Gilt für IP Festnetz wie für MANET



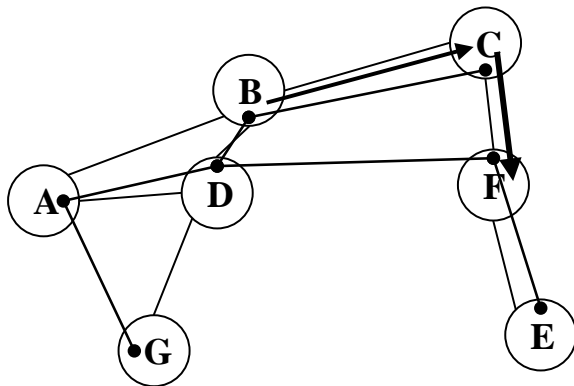
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (3)

- Schlechte Auslastung der Konnektivität auf Verbindungsschicht
 - Physikalische Verbindungen werden unnötigerweise mehrmals durchlaufen
 - Gilt für IP Festnetz wie für MANET



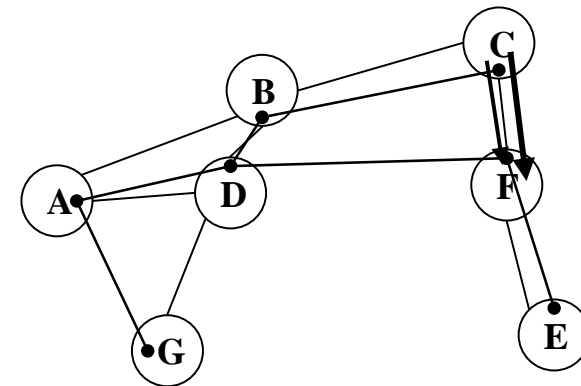
Schwächen statischer Overlay Verbindungen (3)

- Schlechte Auslastung der Konnektivität auf Verbindungsschicht
 - Physikalische Verbindungen werden unnötigerweise mehrmals durchlaufen
 - Gilt für IP Festnetz wie für MANET



Schwächen statischer Overlay Verbindungen (3)

- Schlechte Auslastung der Konnektivität auf Verbindungsschicht
 - Physikalische Verbindungen werden unnötigerweise mehrmals durchlaufen
 - Gilt für IP Festnetz wie für MANET

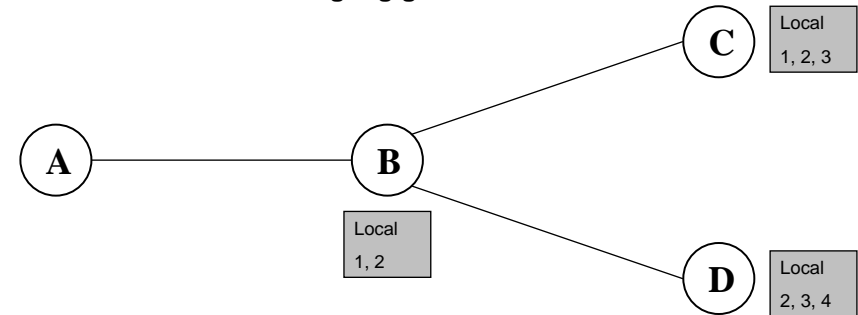


Schlüsseliideen des ORION Systems

- **Verbesserung A: kein Aufrechterhalten fester Verbindungen auf Applikationsschicht**
 - Idee: Ersetzen von Application-layer Forwarding durch Link-layer Flooding (wie Multicast Mechanismus in DSR)
- **Verbesserung B: Reduktion des Kontroll-Overhead für die Auslieferung von Antworten**
 - Idee: Zusammenstellen von Return Routen während des Flutens einer Anfrage (wie Routen-Entdeckung in AODV)
- **Verbesserung C: Reduktion der Response-Nachrichten**
 - Idee: Aggregation identischer Suchergebnisse

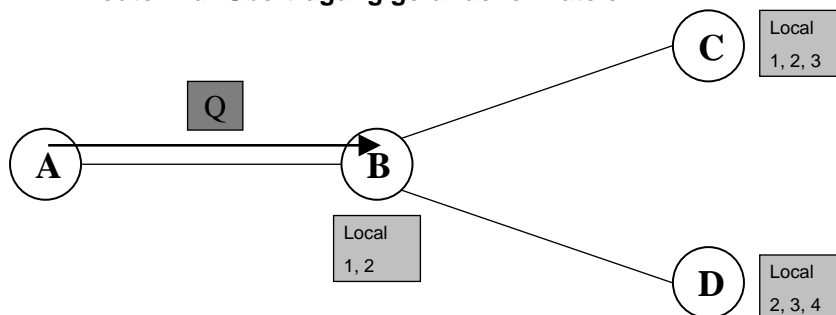
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



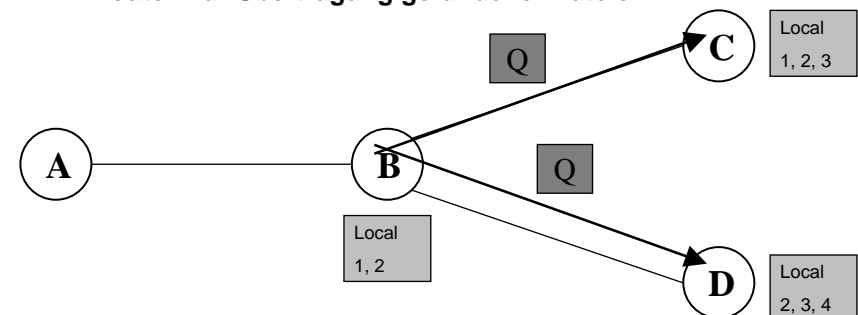
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



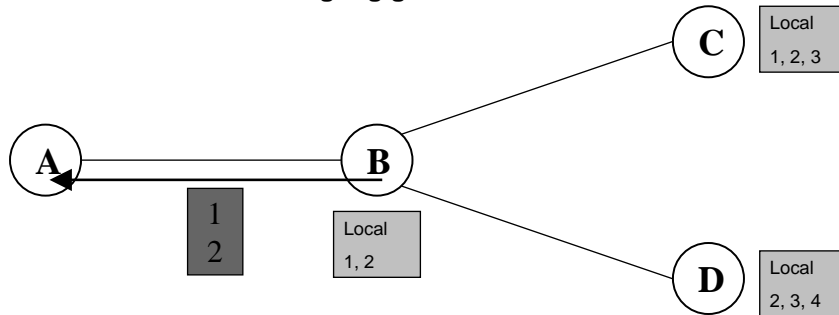
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



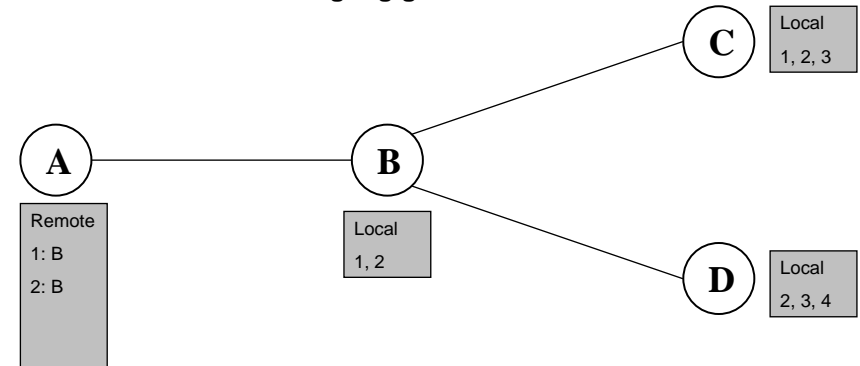
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



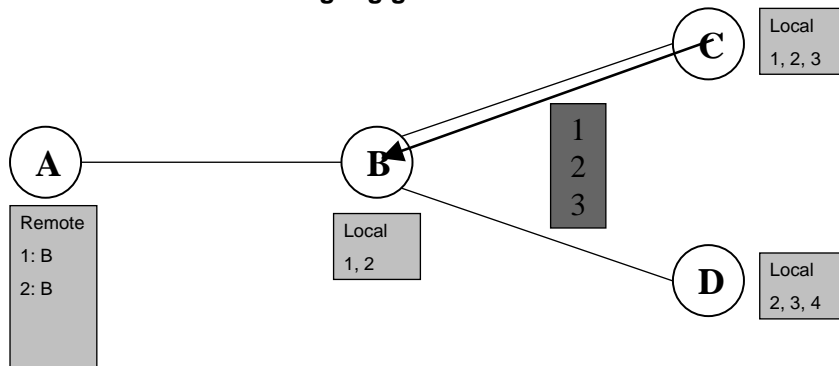
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



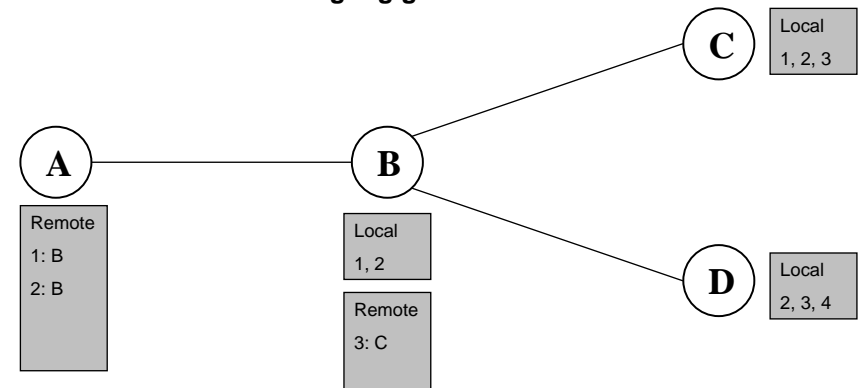
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



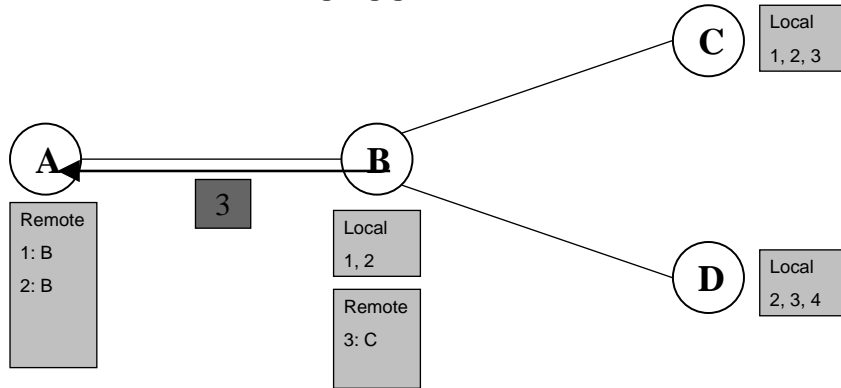
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



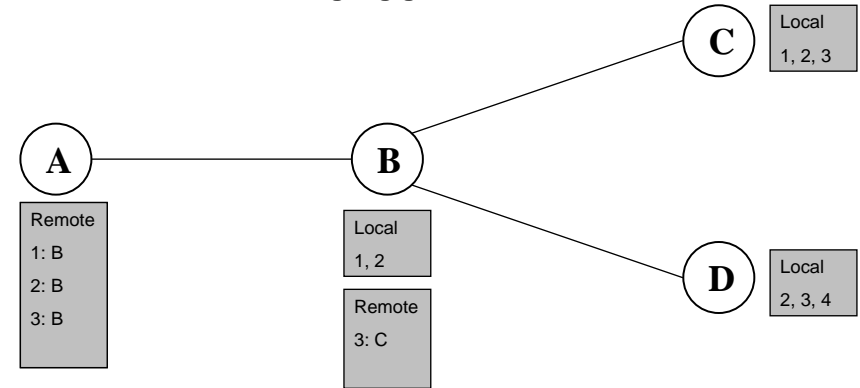
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



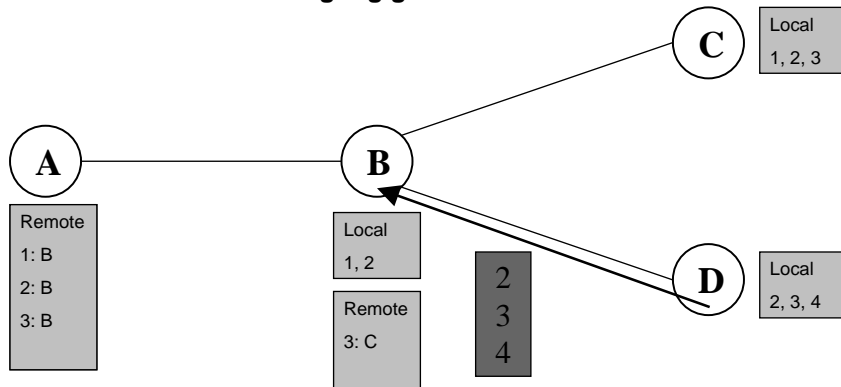
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



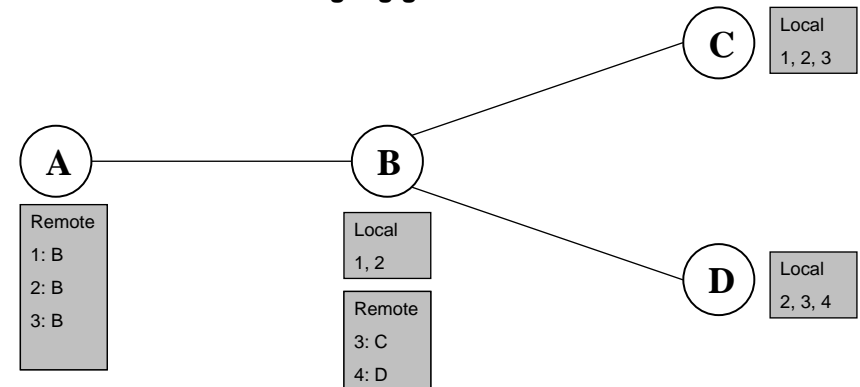
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



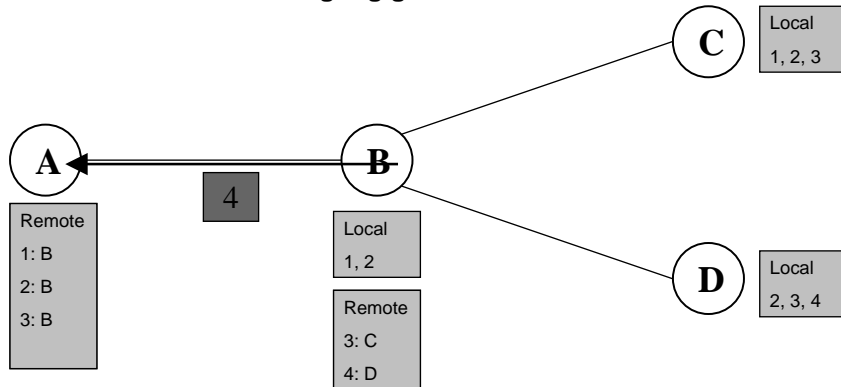
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien



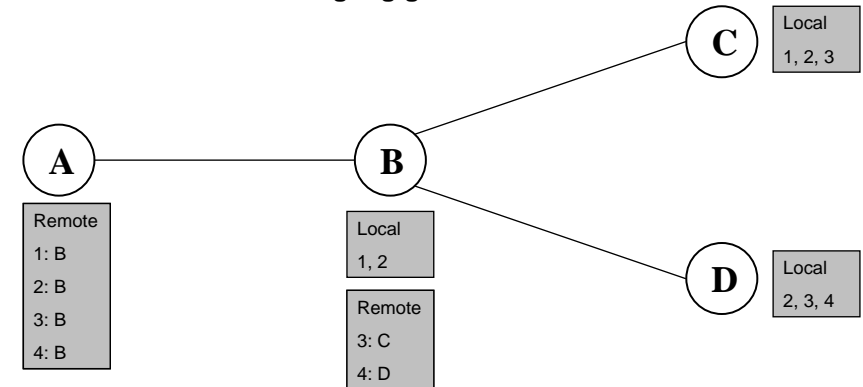
Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien

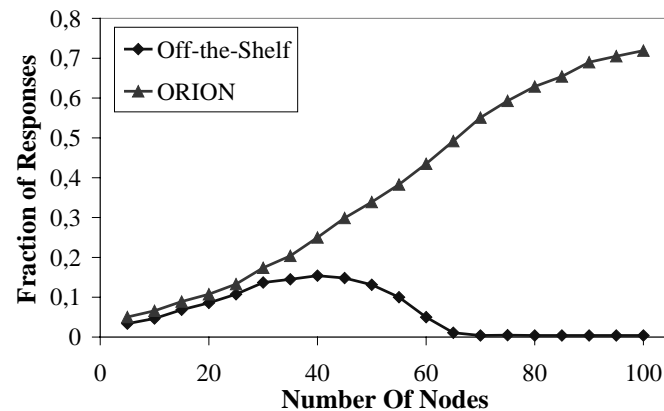


Veranschaulichung des Suchverfahrens

- **Response Routing Table**
 - Rückwärtsgerichtete Routen zur Übertragung von Suchergebnissen
- **File Routing Table**
 - Routen zur Übertragung gefundener Dateien

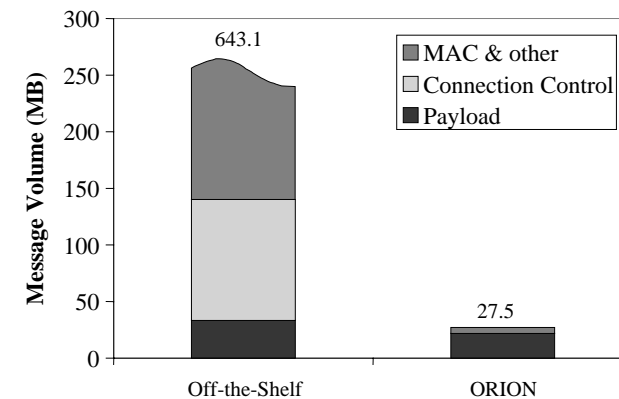


Leistungsstudie: Suchgenauigkeit



- **Ansteigende Anzahl von Knoten**
 - Ansteigende Netzlast
 - Ansteigende Anzahl von verlorener Nachrichten (Drops)
- **Bei off-the-shelf Ansatz werden Anfragen bei steigender Knotenanzahl nicht von jedem Knoten empfangen**

Zusammensetzung des Datenvolumens

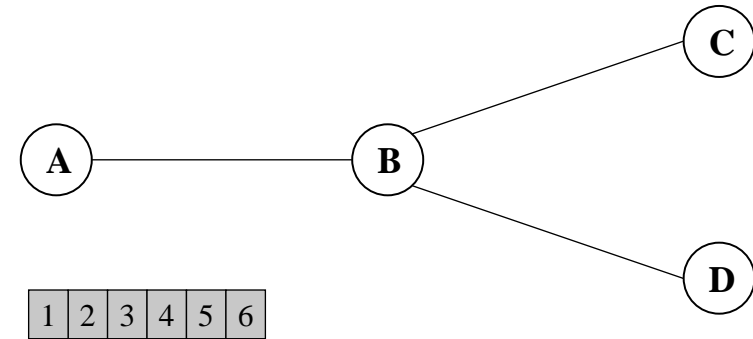


- **Mehr als 90% Datenvolumen des off-the-shelf Systems für periodisches Aufrechterhaltung von Routen und Verbindungen**
- **Reduzierung des Overhead um mehr als zwei Größenordnung**
- **Mehr 70% des Datenvolumens bei ORION besteht aus Payload**

Das MANET Transferprotokoll zum Runterladen von Dateien

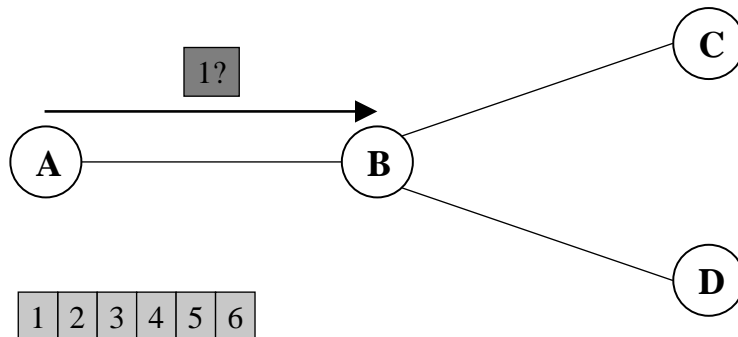
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



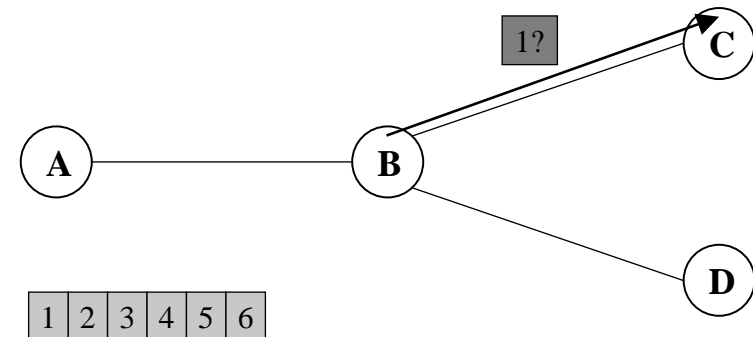
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



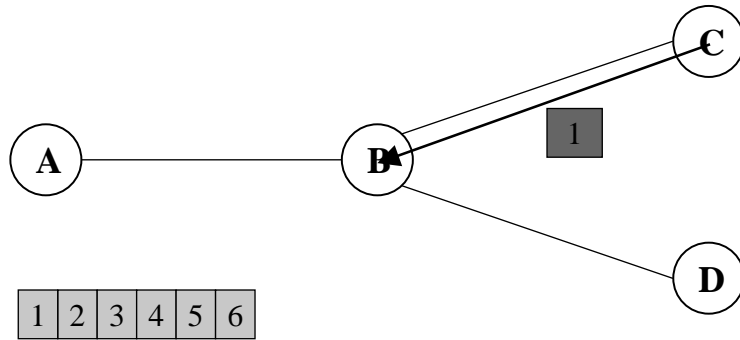
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



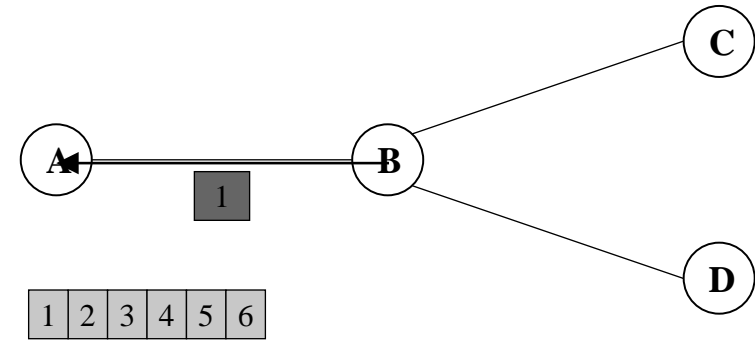
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



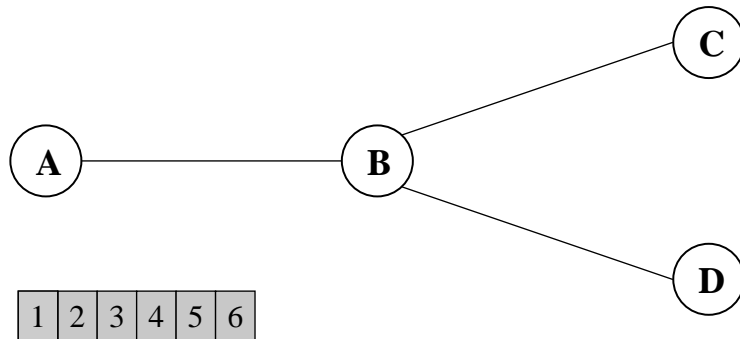
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



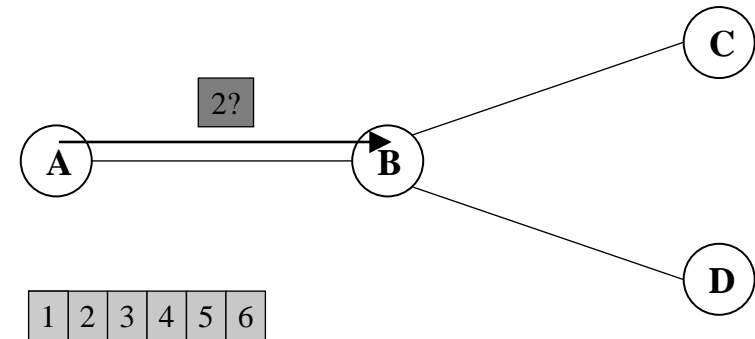
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



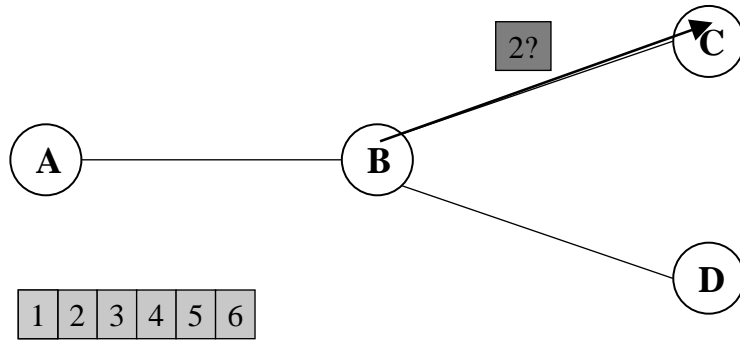
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



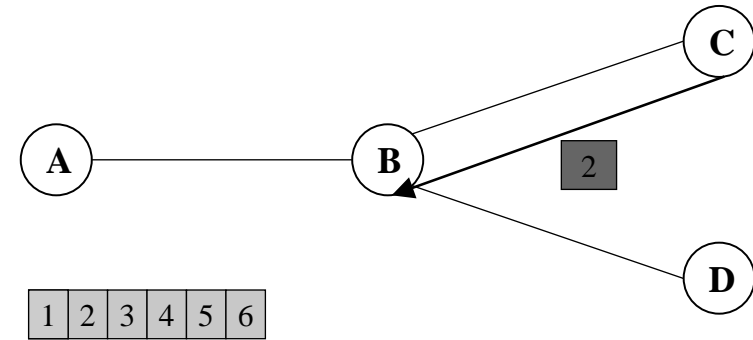
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



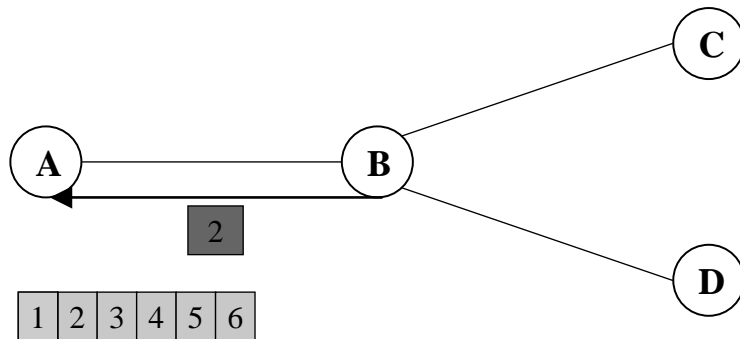
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



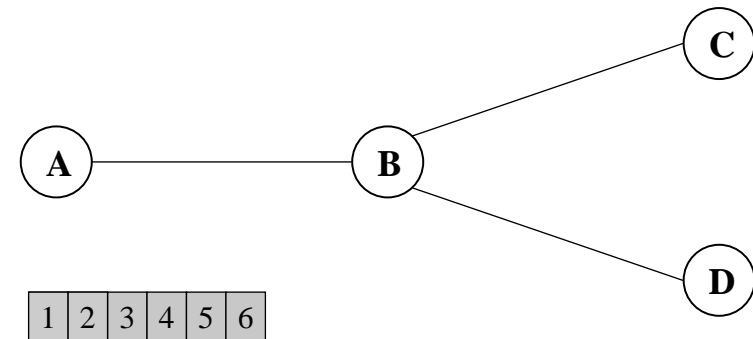
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt



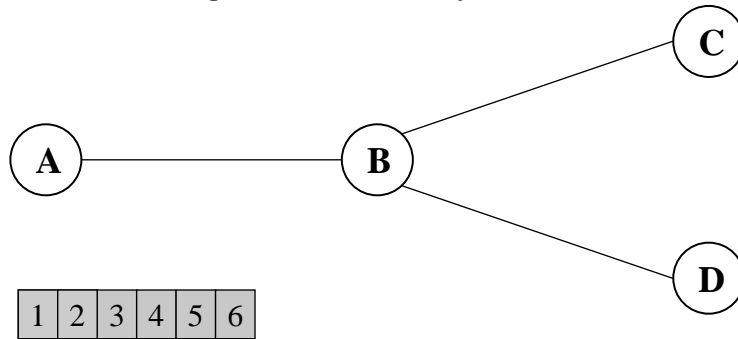
Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt

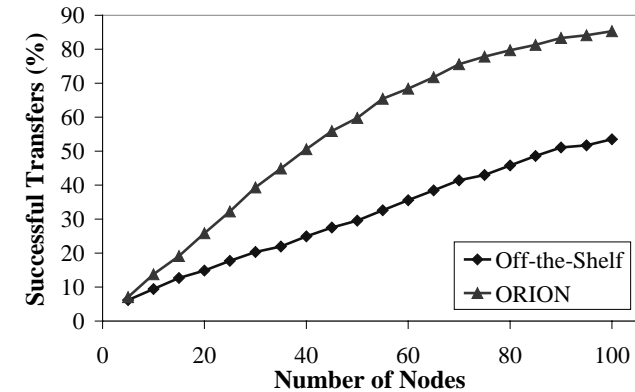


Veranschaulichung des Transferprotokolls

- Steuerung des Datei-Transfers beim Empfänger
 - Sender kann während des Runterladens wechseln
 - Anfragen werden nicht an einem bestimmten Knoten adressiert, sondern für ein bestimmtes Fragment gestellt
- Verfahren zum Aufrechterhalten einer Route
- Packet Scheduling und Loss Recovery



Leistungsstudie: Erfolgreiche Transfers



- Ansteigende Anzahl von Knoten
 - Ansteigende Konnektivität
- Leistungsverbesserung von ORION aufgrund des Re-query Mechanismus
 - Auffrischen von Routing Information und des Standorts einer Datei

Zusammenfassung

Beobachtung

- P2P Systeme besitzen sehr schlechtes Leistungsverhalten für MANET aufgrund Verwendung statischer Verbindungen auf Applikationsschicht (Overlays)

Forschungsergebnis

- P2P System speziell zugeschnitten für MANET
 - Overlay Topologie spiegelt Netztopologie sehr gut wieder
 - Aggregation identischer Suchergebnisse zur Reduktion der Response-Nachrichten
 - Bereitstellung von Routing Information für effiziente Übertragung gefundener Dateien ohne zusätzlichen Aufwand
- Reduzierung des Overhead um mehr als zwei Größenordnungen
- Verbesserung der Suchgenauigkeit um eine Größenordnung

Arbeitsgebiet

