



ALBERT-LUDWIGS-
UNIVERSITÄT FREIBURG

Multiple Path Routing

Routing ohne Konvergenz unter Verwendung von
Failure-Carrying Packets

von

Sebastian Wagner

Inhalt

- Motivation
- Zielsetzung
- FCP
 - Grundlagen und Funktionsweise
 - Optimierungen
 - Verteilung von Netzwerkstruktur-Informationen

Inhalt

- Evaluation
- Entwicklung und Umsetzung
- Erweiterungen
- Zusammenfassung

Motivation

Warum Routing ohne Konvergenzen?

- Wichtige Performancegewinne für Applikationen wie VoIP etc.
- Vermeidung von Routing-Schleifen
- Paketübertragung wird garantiert

Zielsetzung

- Reduktion von Konvergenz
 - Geringe Verlustrate
 - Wenig Kontrollaufwand
 - Kleiner Paketaufwand
- Verbessertes Routingprotokoll

Failure-Carrying Packets

- Alle Router haben den selben Netzwerkplan
- Den Paketen werden keine zusätzlichen Informationen mitgegeben
- Kein Austausch von Routingtabellen nötig
- Das Netzwerk ändert sich solange nicht, bis es einen neuen Netzwerkplan gibt

Grundlage des FCP Protokoll

Initialization: `pkt.failed_links = NULL`

Packet Forwarding:

while(TRUE)

`path = ComputePath(M - pkt.failed_links)`

if (path == NULL)

`abort(„No path to destination“)`

else if (path.next_hop == FAILED)

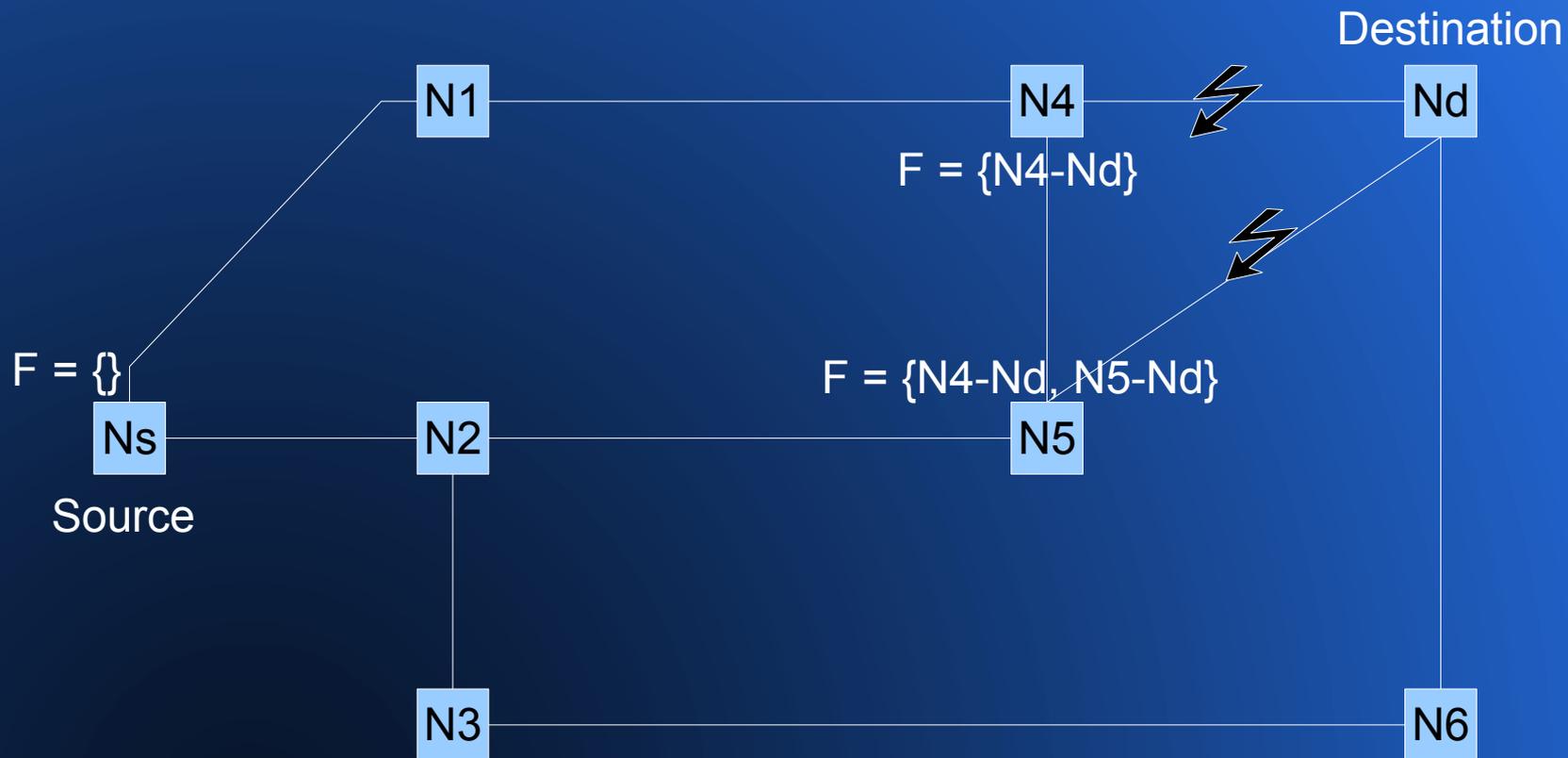
`pkt.failed_links U= path.next_hop`

else

`Forward(pkt, path.next_hop)`

return

Beispiel für FCP Routing



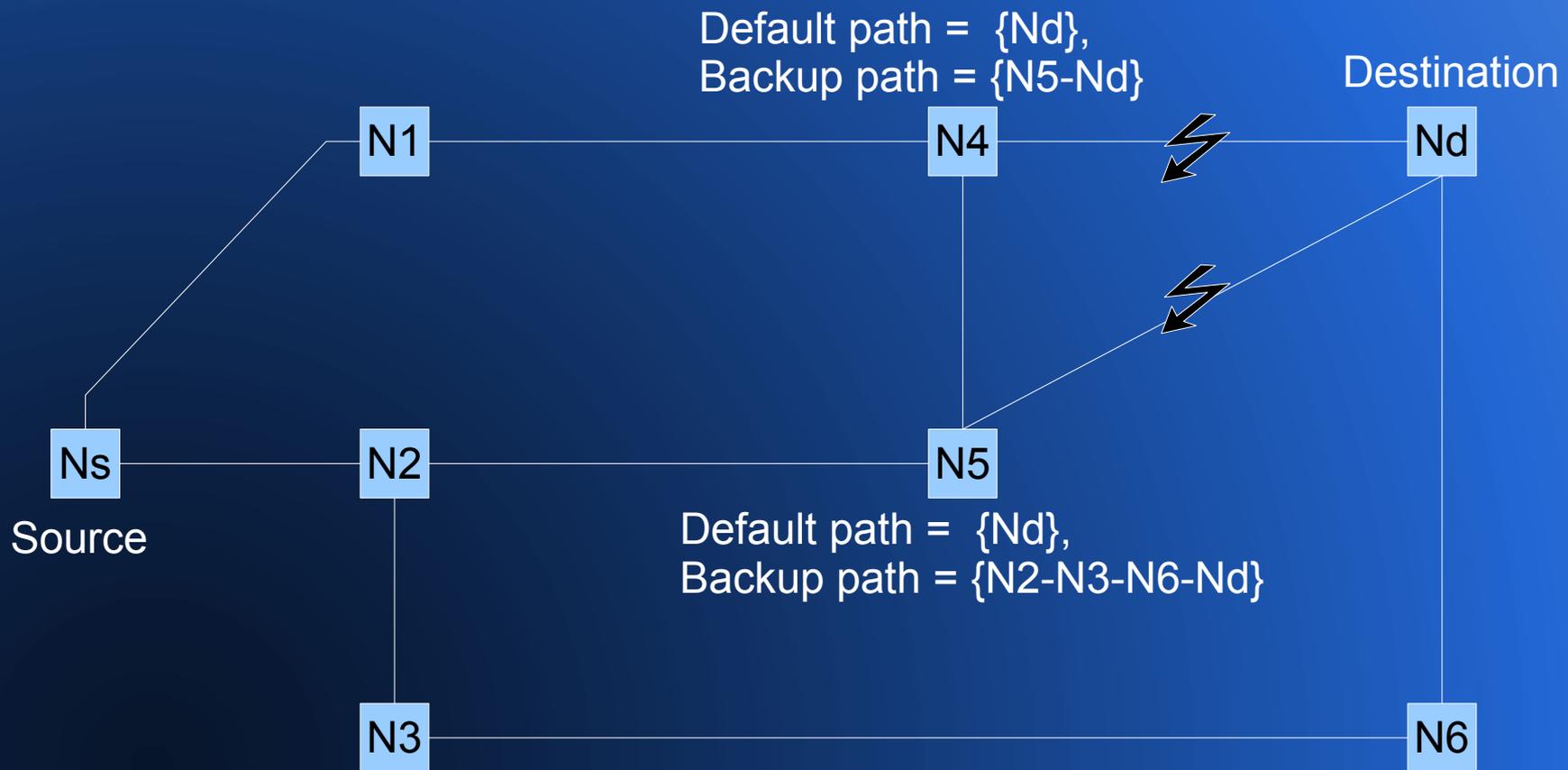
FCP – Eigenschaften

- Kann mehrfache fehlerhafte Links handhaben, ohne zuvor Kenntnis über diese zu haben
- Zielerreichbarkeit von Paketen wird garantiert
- Neuberechnung der Pfade kostet Zeit und Ressourcen
- Fehlerhafte Links können nicht entfernt werden

FCP – Optimierungen

- Source-Routing FCP (SR-FCP) gewährleistet auch bei Inkonsistenz korrekte Übertragung
- Berechnung von Backup paths führt zu geringer Neuberechnungsrate
- Erstellen von Labels bei fehlerhaften Links reduziert Paketaufwand

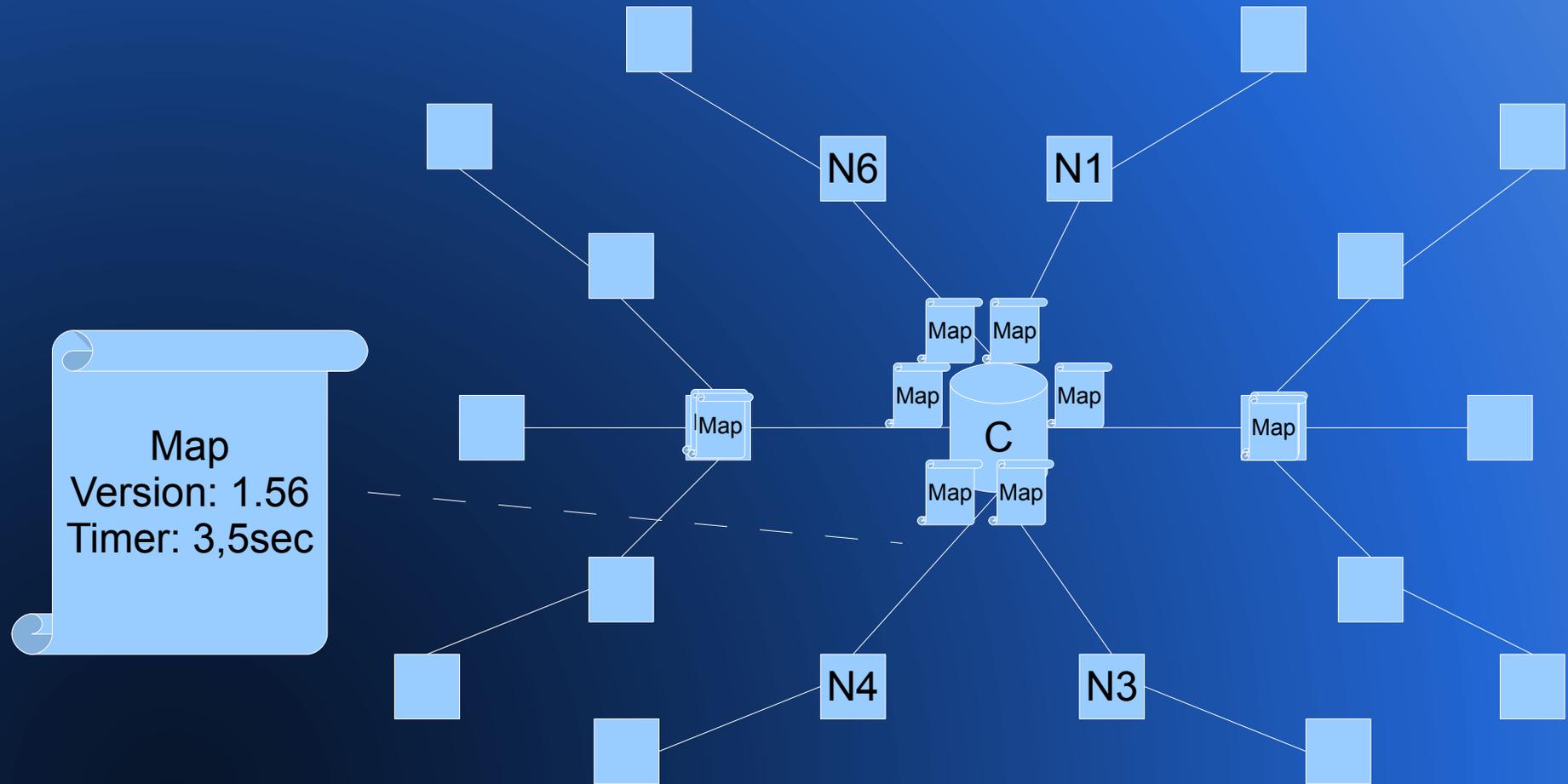
Beispiel für FCP Routing mit Backup path



Verbreitung von Netzwerkstruktur-Informationen

- Temporäre Änderungen werden nicht berücksichtigt
- Verteilung erfolgt mittels RCP-link Koordinator
- Neue Map wird mit TCP an ausgewählte Router verteilt
- Jede Map enthält Versionsnummer und Timer
- Der Datentransfer erfolgt stets mit der aktuellsten Map des Routers

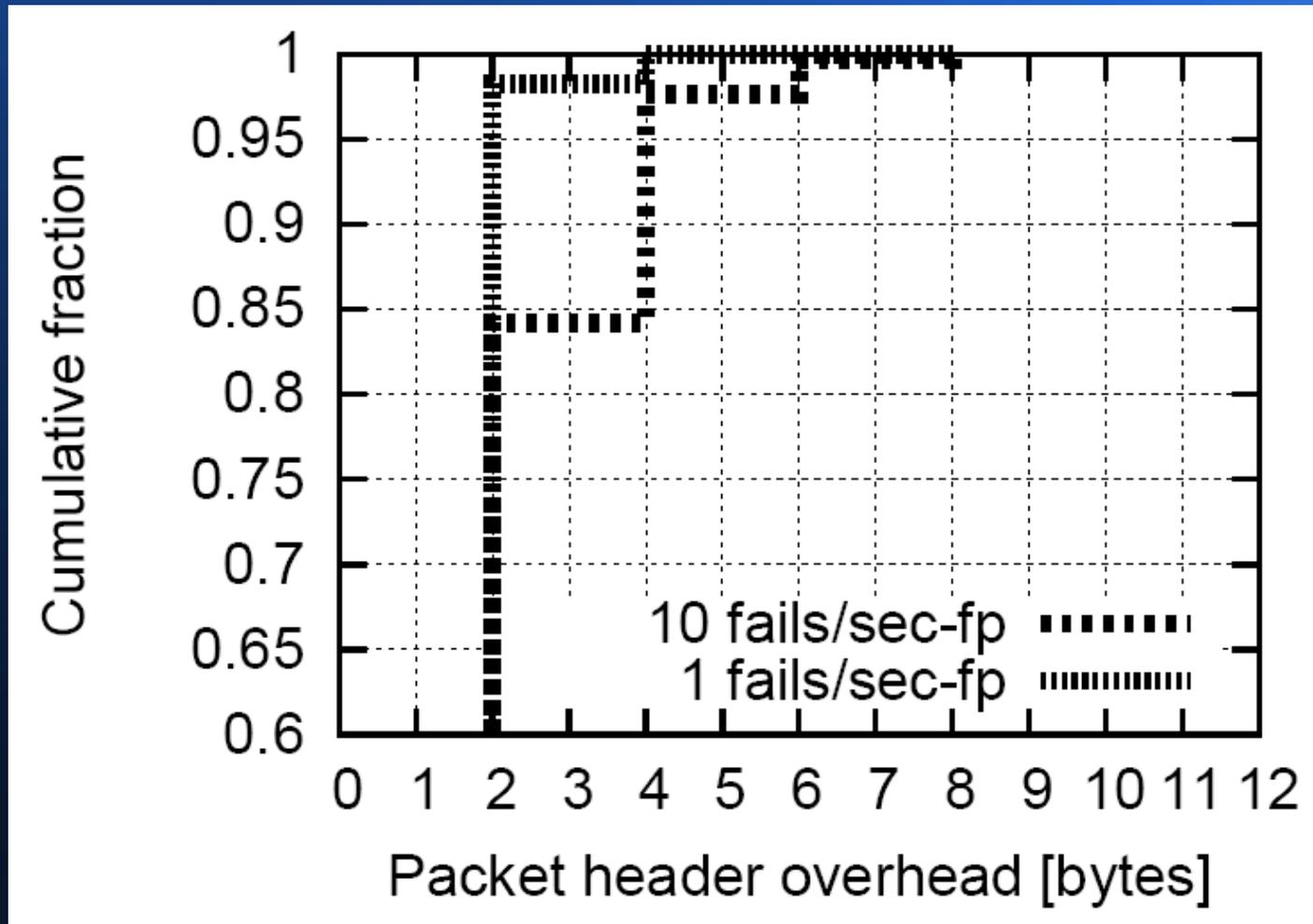
Verteilung von Netzwerkstruktur-Informationen



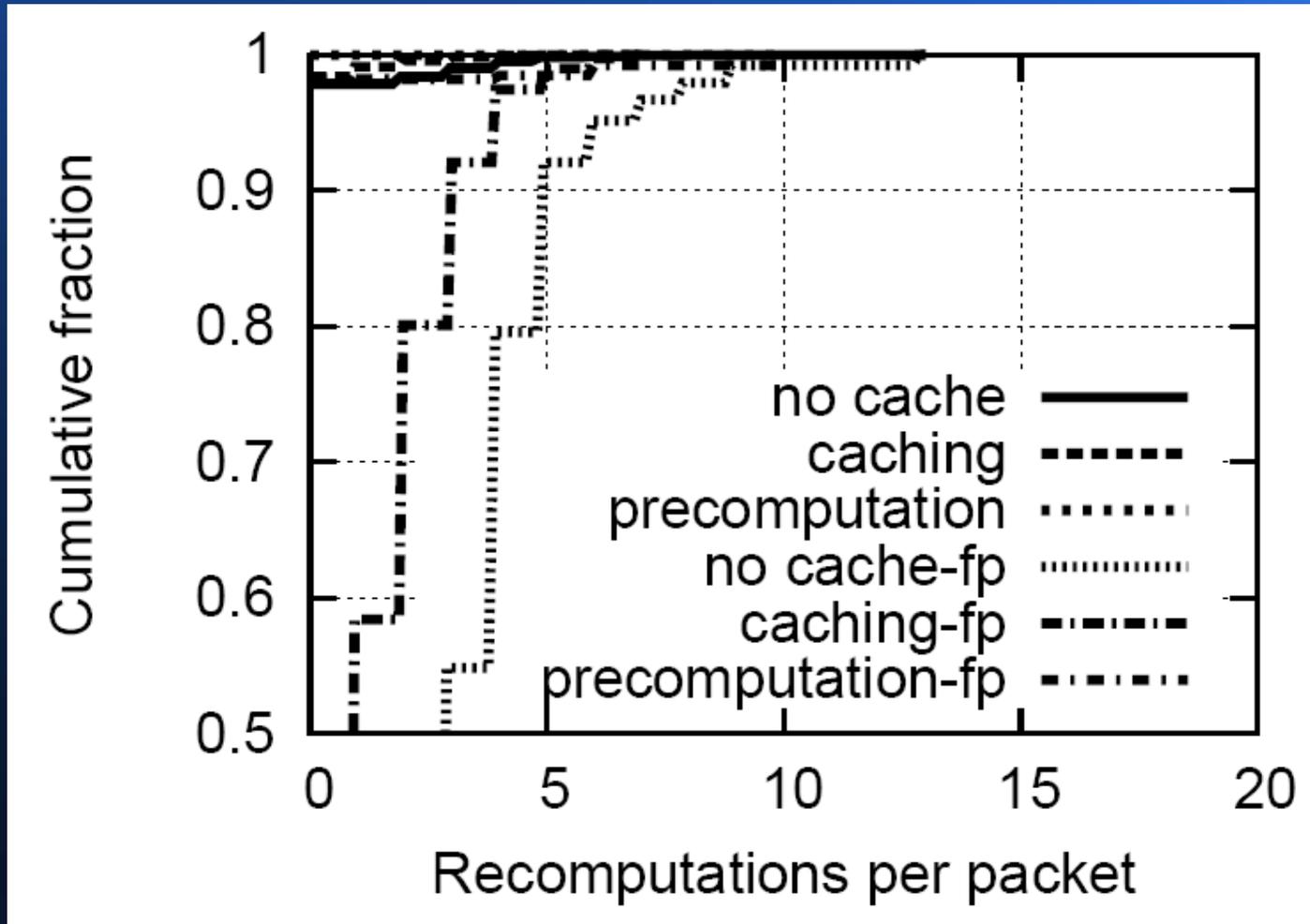
Evaluation

- Einschränkungen und Konfigurationen
 - Netzwerk ändert sich nie
 - Kantengewicht immer = 1
 - Fehler/Pakete pro Sekunde
 - Gleich bleibende Auslastung

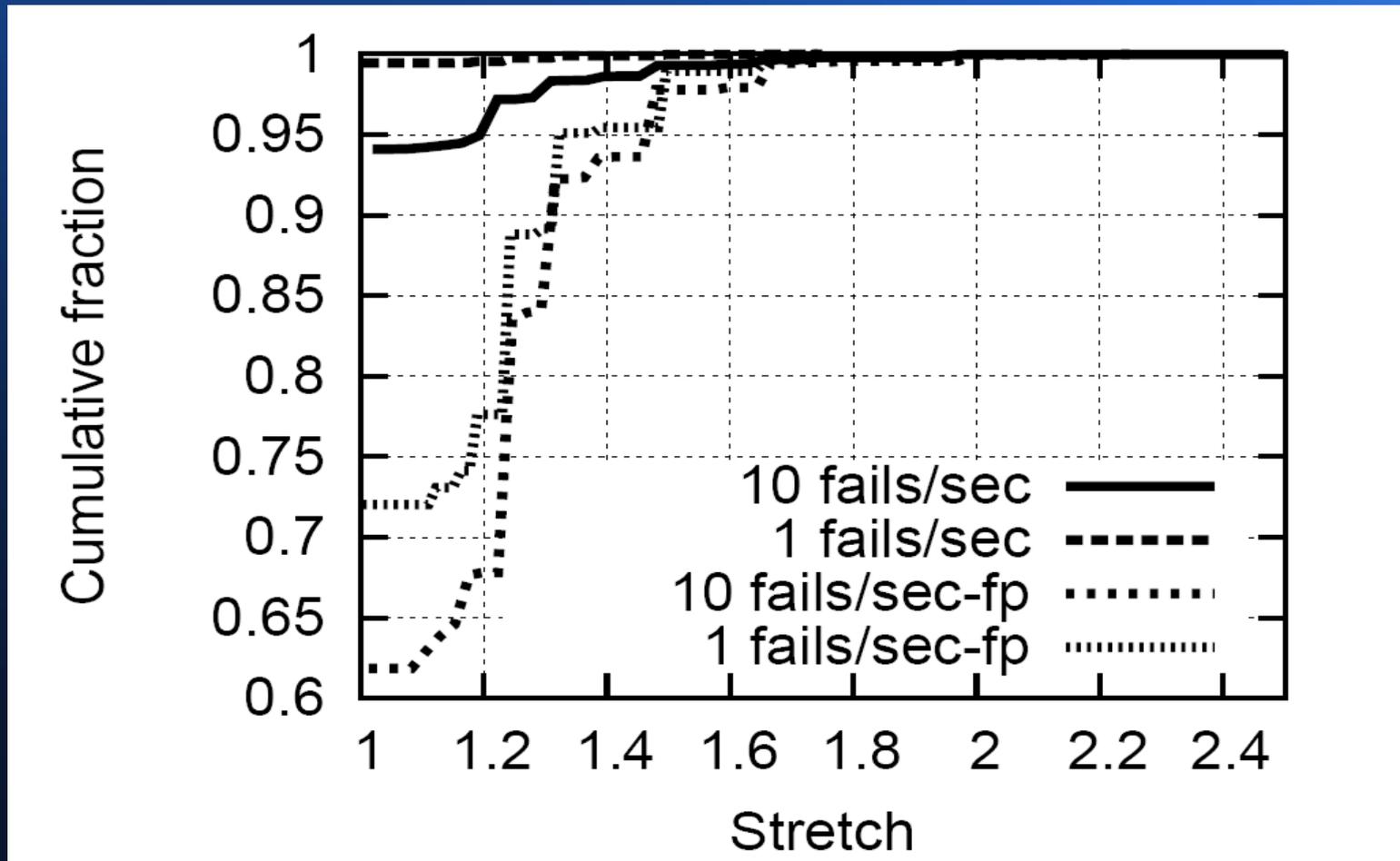
Paketaufwand



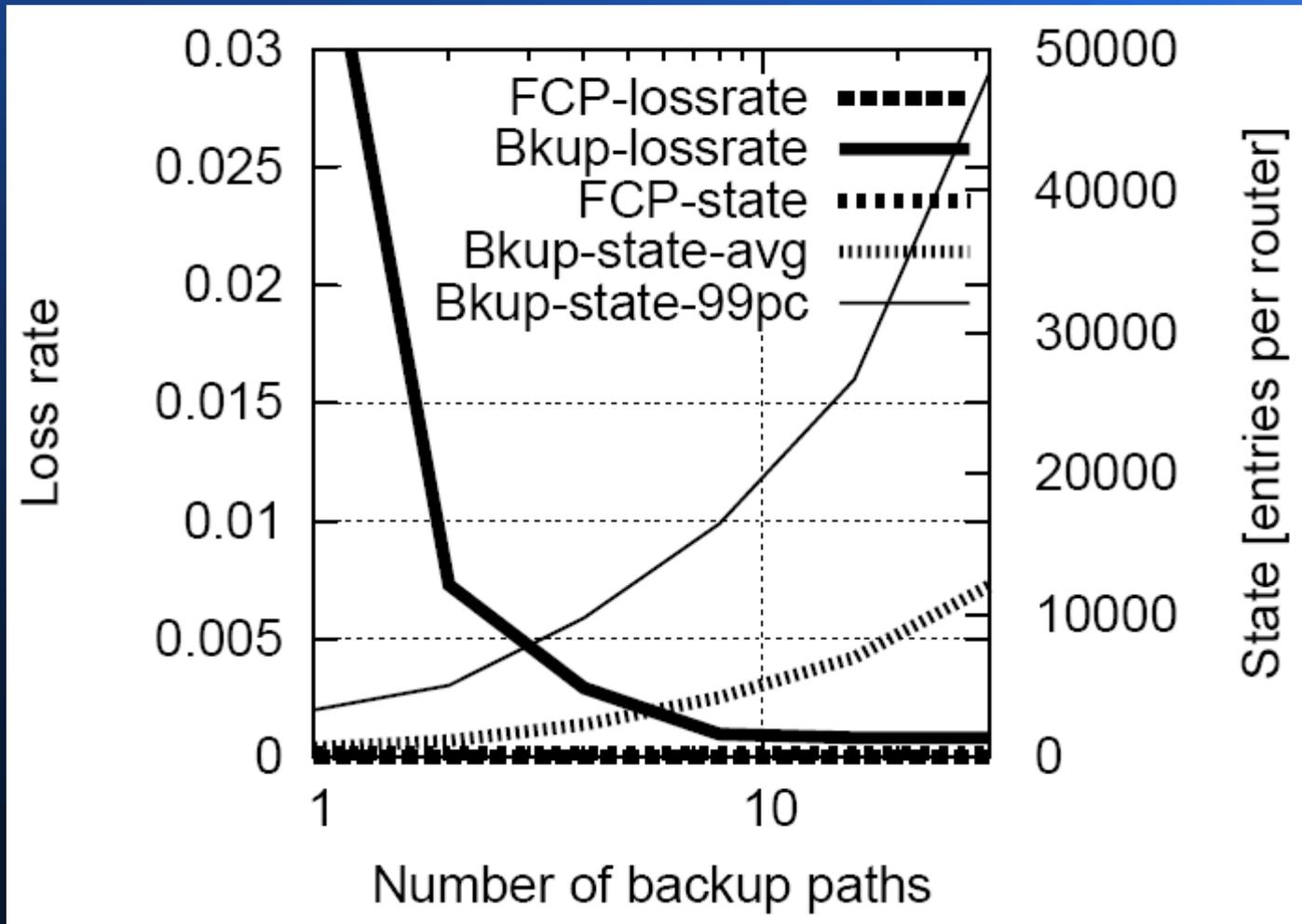
Neuberechnungsaufwand



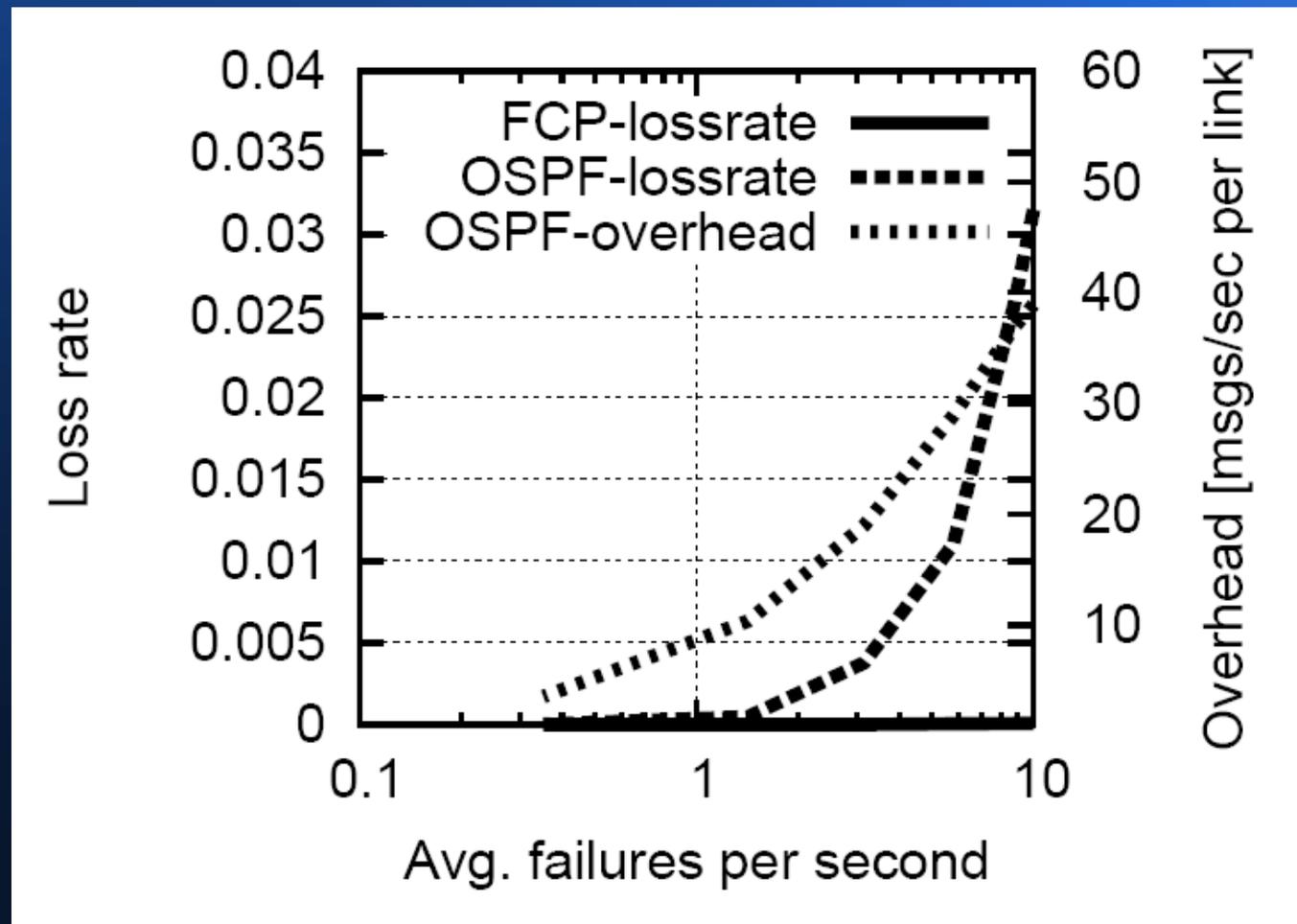
Stretch-Statistik bei unterschiedlichen Fehlerraten



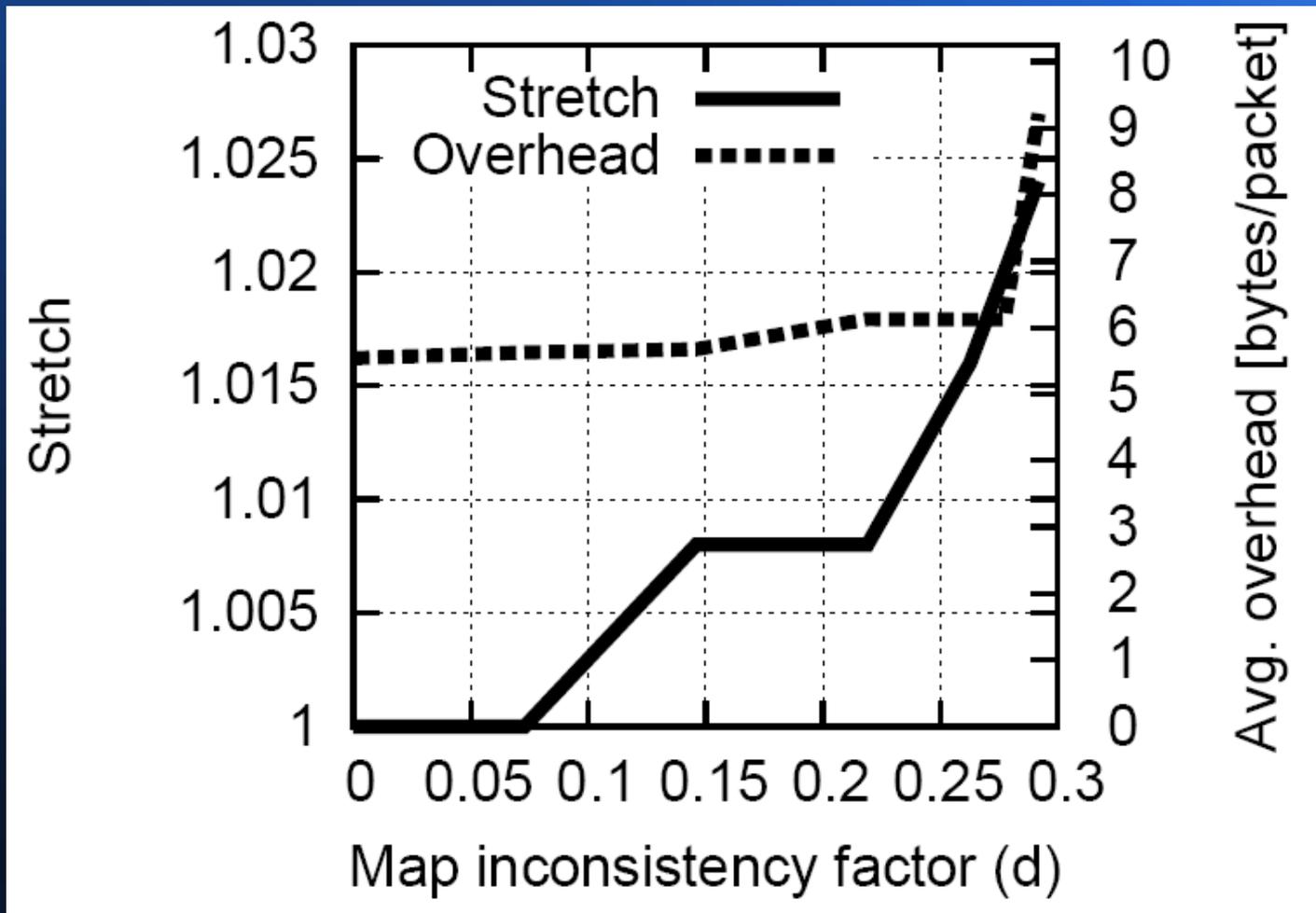
Backup path Strategie



Vergleich von FCP mit OSPF



Auswirkungen von inkonsistenten Maps in SR-FCP



Entwicklung und Umsetzung

- Zentraler RCP-link Koordinator wird benötigt
- Router müssen alte und neue Netzwerkmap speichern
- Router müssen in der Lage sein Labels mit fehlerhaften Links zu speichern/verwalten

Erweiterungen

- FCP für Interdomain routing als Erweiterung von BGP
- FCP für Policy Routing

Zusammenfassung

- FCP ermöglicht Routing ohne Konvergenzen
- Erzeugt kleinen Paket- und Kontrollaufwand
- Geringe Verlustrate
- Tests zeigen bessere Ergebnisse als bekannte Protokolle (OSPF)
- Stellt gewisse Ansprüche an Router
- Benötigt RCP-link Koordinator

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

Quelle: Achieving Convergence-Free Routing using Failure-Carrying Packets