



Institut für Telematik



Universität Karlsruhe



Automatische Netzoptimierung mittels eines zentralen Management-Knotens

Uwe Walter

Gefördert vom

- ❑ NGN-Architektur in KING
- ❑ Network Control Server
- ❑ Strategie
- ❑ Reaktionsbeispiele und Evaluierung
- ❑ Hilfsmittel für Netzbetreiber
- ❑ Ausblick
- ❑ Zusammenfassung



□ Trend: Konvergenz hin zu IP-basierten Netzwerken

- (Vortrag von Prof. Hoogendoorn)

□ Anforderungen

- Quality of Service (QoS)
 - verschiedene Dienstklassen
- Robustheit
 - Ausfallsicherheit
- Effizienz
 - hauptsächlich auch wirtschaftlich

insbesondere
in Kombination
anspruchsvoll



Paradigmen:

- ❑ zustandsloser Netzkern
 - ❑ bessere Skalierbarkeit und Reaktionsgeschwindigkeit
- ❑ QoS-Support
 - ❑ Network Admission Control (NAC) für hochpriorie Dienste
 - Reservierungen am Netzrand
 - Blockierungen möglich



Verschiedene Zeitanforderungen für verschiedene Aufgaben

□ In Echtzeit:

□ Forwarding

- Router

□ Linkfehlerbehandlung

- Router und Intradomain-Routing-Protokoll (z.B. OSPF/ECMP)
- Schnelle Fehlererkennung / „Timer-Tuning“

□ Reservierungsbehandlung

- NAC-Instanzen mit lokalem Verkehrsbudget



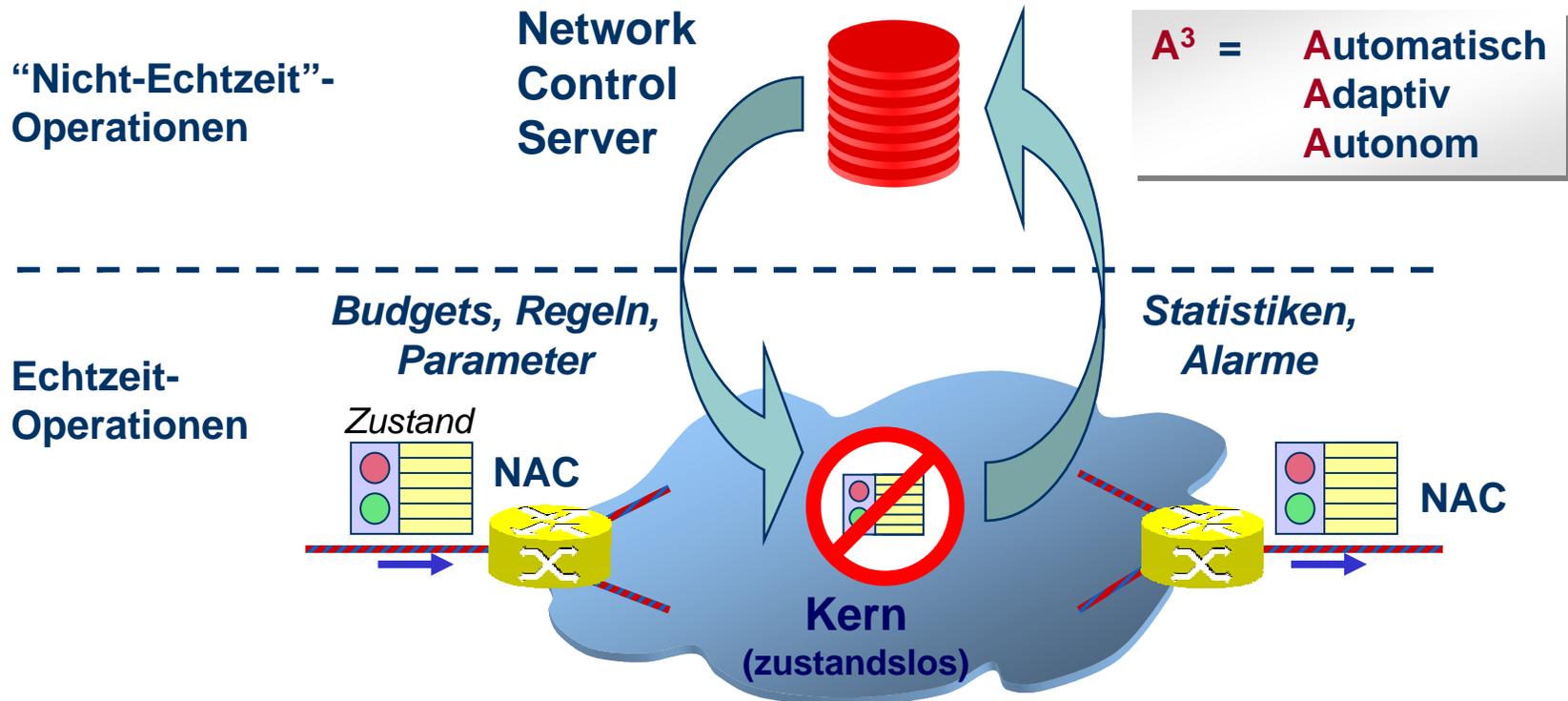
- „Nicht-Echtzeit“, d.h.

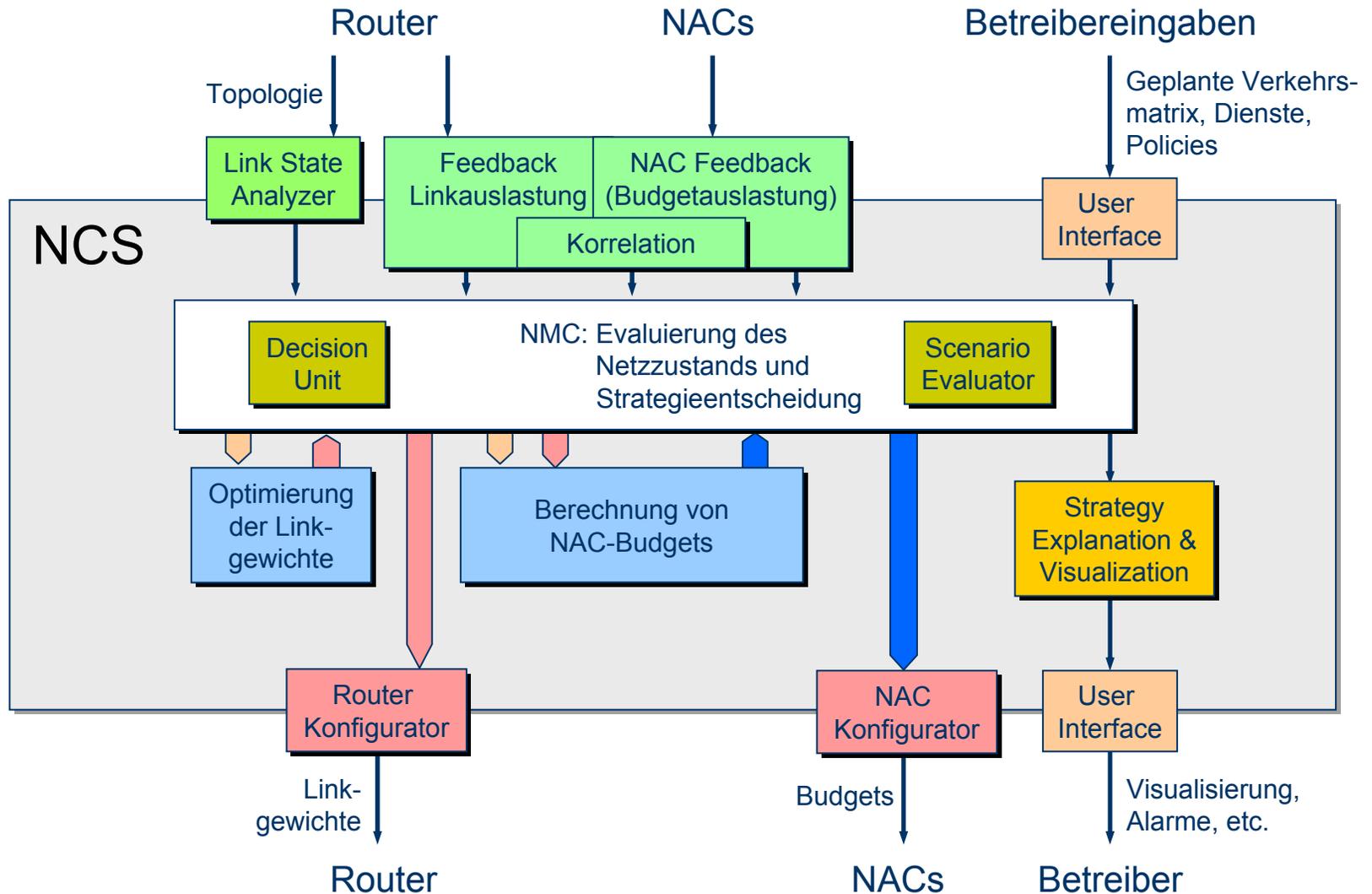
Operationen die nicht in Echtzeit nötig oder möglich sind:

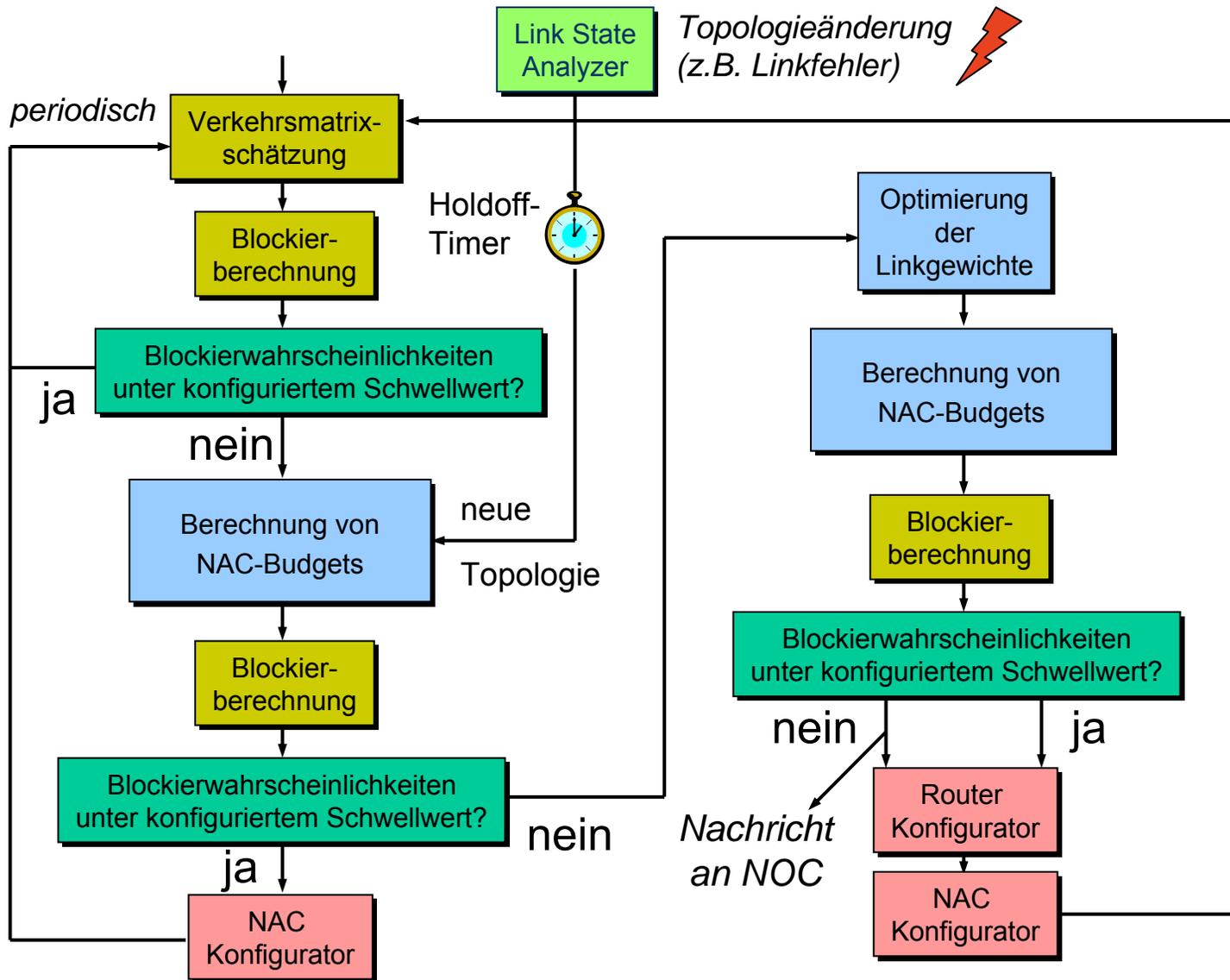
- Netzoptimierung
 - OSPF/ECMP-Linkgewichte
 - Vorbereitung auf Fehlerfälle
- NAC-Budget-Verteilung



- Network Control Server (NCS)
 - Plattform für die „Nicht-Echtzeit“-Aufgaben
 - NCS nicht obligatorisch ⇒ Vorteile für die Robustheit







Statt: Nur Messung der aktuellen Verkehrsmatrix

⇒ Periodische Schätzung des angebotenen Verkehrs

□ Kombination aus:

- Geplanter Verkehrsmatrix
- Aktueller Budgetauslastung
- Menge an blockiertem Verkehr

□ Einbeziehung vergangener Werte (mit Alterung)

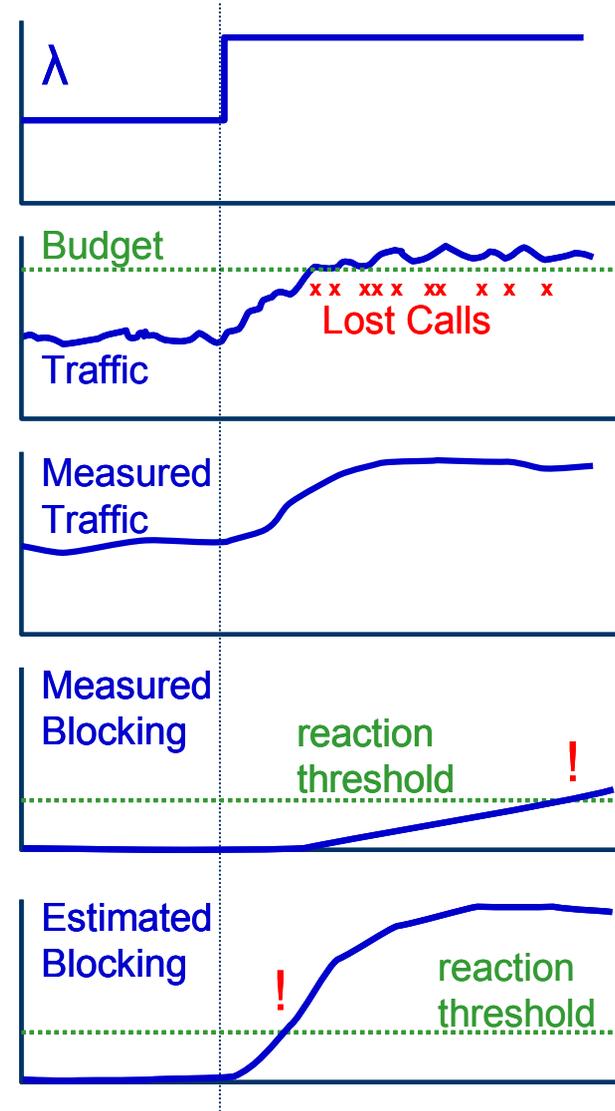
□ Parameter konfigurierbar durch Netzbetreiber

⇒ Bessere Einbeziehung von blockiertem Verkehr

⇒ In Kombination mit Blockierungsschätzung frühere Reaktion möglich

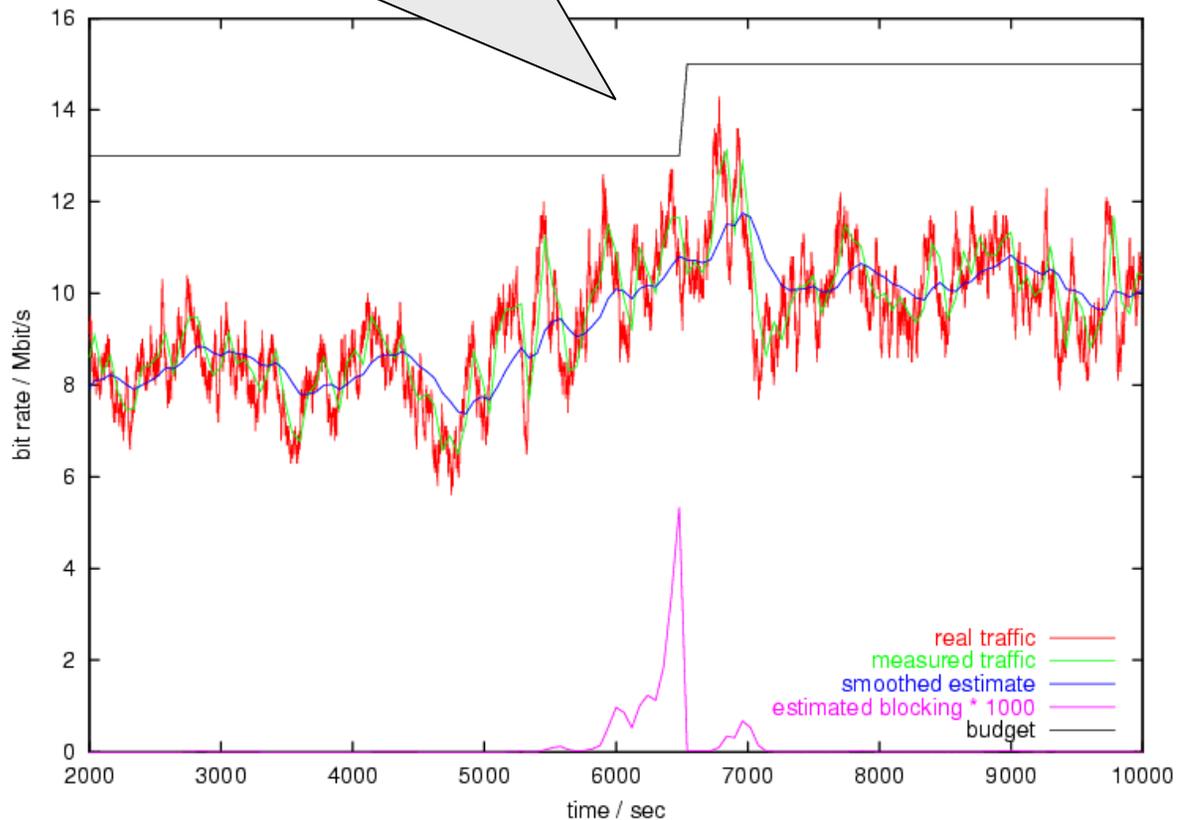


- ❑ Änderung der Verkehrsmatrix
- ❑ ohne Reaktion:
 - ❑ Überschreitung des lokale Budgets
⇒ Blockierungen
- ❑ gemessener Verkehr
- ❑ Reaktion nur auf gemessene Blockierung
 - ❑ kann erst nach Blockierungen erfolgen
- ❑ Reaktion auf geschätzte Blockierung
 - ❑ schon vor Blockierungen möglich



- Simulierte Reaktion auf Änderungen in der Verkehrsmatrix

durch Anwendung der Erlang-Formel auf
geglättete Verkehrsmenge
Reaktion vor Auftritt von Blockierungen

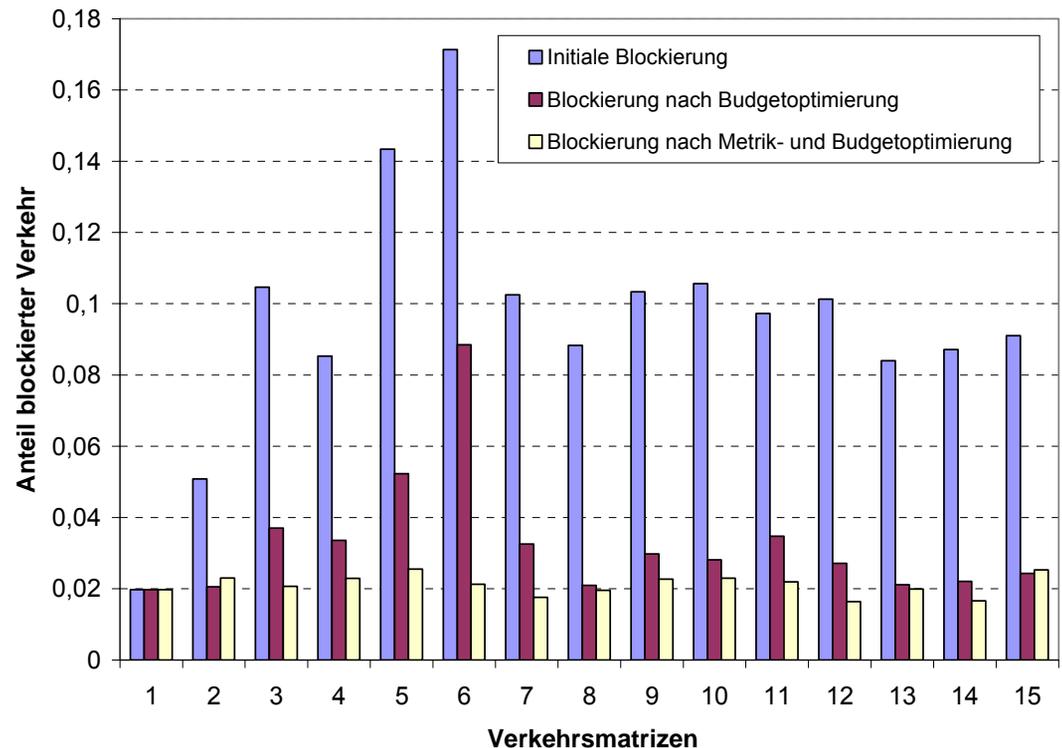


Simulationsbeispiel:

- ❑ 20-Knoten-Netz (Topologie folgt), optimiert auf eine gegebene Verkehrsmatrix
- ❑ verschiedene Änderungen der Verkehrsmatrix (x-Achse 1-15):
 - Blockierung nach Änderung / nach Budgetoptimierung / nach Metrik- und Budgetopt.

Resultat:

1. Strategie, zuerst nur Budgetoptimierung zu versuchen, macht Sinn
2. In vielen Fällen ermöglicht die zusätzliche Neuoptimierung der Metriken nochmals Reduktion des blockierten Verkehrs



- ❑ Automatisierte Optimierung der Netztopologie
 - ❑ Einfügen neuer Links, Upgrade von Linkkapazitäten, Entfernen unnötiger Links



NCS Visualization mode: Auto tuning - calculation results

Auto-optimization was called with the following parameters:

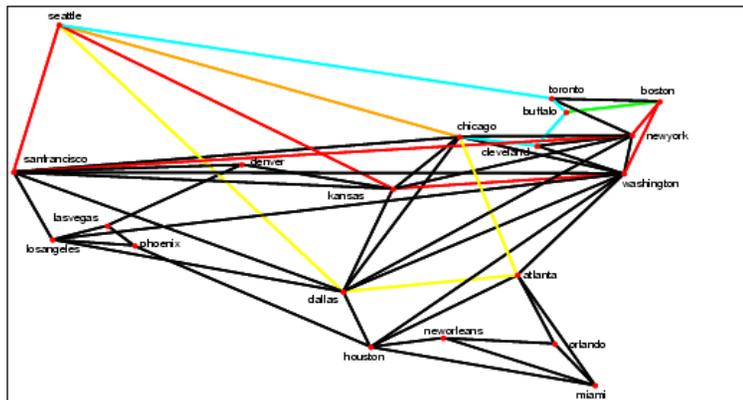
- Mode: *insert*
- Link capacity: *0.018*
- Number of highest loaded nodes to look at: *5* (0 means all)

[Go back to NCS Visualization Tool](#)

[Go back to NCS Visualization Tool and keep this result.](#)

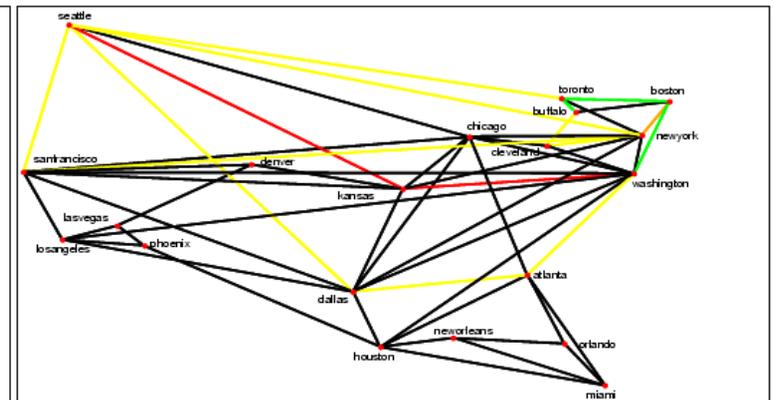
See below for final results of the calculation.

Original topology

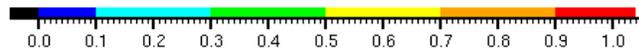


Original topology, maximum link utilization: 0.955789

New calculated topology (lowest maximum link utilization)



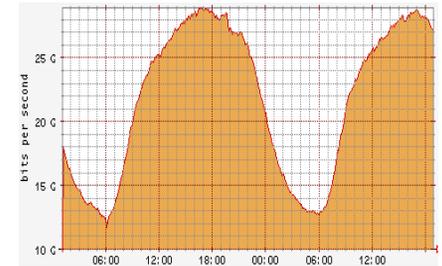
New graph (*Link newyork-seattle with capacity 0.018 GBit/s inserted*), maximum link utilization: 0.743715



□ Erfahrungssammlung

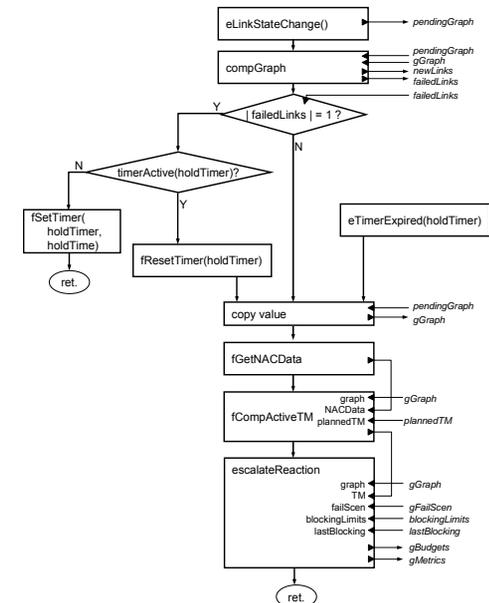
- Historie von Verkehrsmatrizen
- Durchschnittsbildung und Trendschätzung

⇒ Vorbereiten des Netzes vor Änderungen der Verkehrsmatrix



□ Flexible Strategiekonfiguration

- regelbasiertes System (ähnlich SPS)
 - so einfach und fehlertolerant wie möglich
 - so flexibel wie nötig



- ❑ Zentraler Management-Knoten zur Netzoptimierung
 - ❑ Network Control Server (NCS)
 - ❑ Globale Netzoptimierung (nicht Echtzeit-kritisch)
 - ❑ Sensoren, Strategie, Optimierungsalgorithmen und Aktoren
 - ❑ Hilfsmittel für Betreiber (beispielsweise Visualisierung)
- ❑ Evaluierung der Strategie und der resultierenden Netzoptimierung
 - ❑ Reduktion der Blockierungen, Reduktion der maximalen Linkauslastung
- ❑ Potential für Erweiterungen

