



**Fraunhofer** Einrichtung  
Systeme der  
Kommunikationstechnik

---

Hansastraße 32  
80686 München  
[www.esk.fraunhofer.de](http://www.esk.fraunhofer.de)

---

# Autonome Netzlastkontrolle in IP Aggregation Switching Networks mittels Netzwerkpotenzialen

---

5. Würzburger Workshop

"IP-Netzmanagement, Netzplanung und Optimierung"

Würzburg, 18./19.07.2005

Dietmar Töle M.Sc., Dr. Rudi Knorr



## 1. Einführung

Szenario

QoS / NAC

Problemanalyse / Gegenüberstellung

## 2. Netzwerkpotenziale

Definition

Verfahren

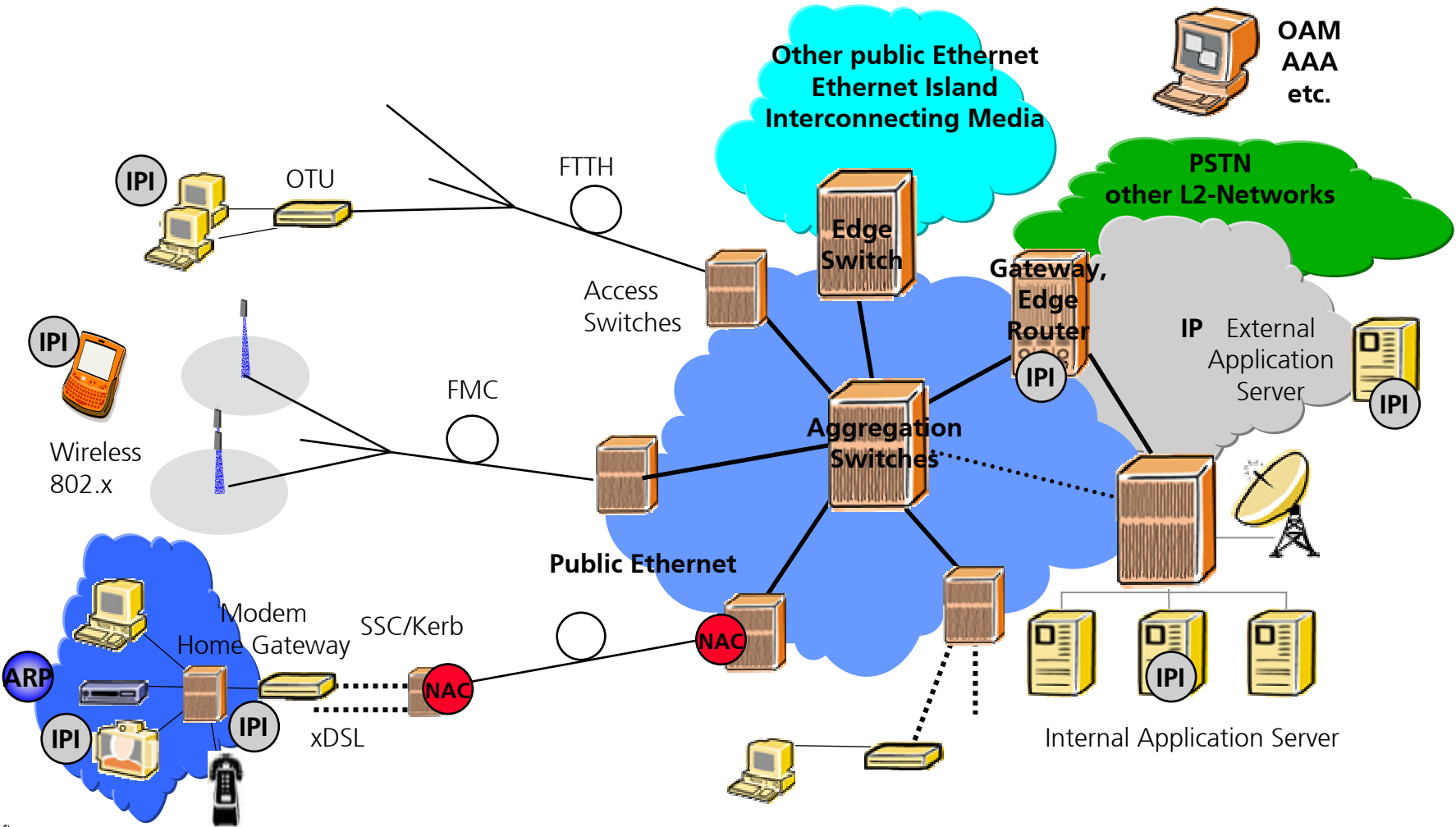
NAC

## 3. Zusammenfassung / Fazit

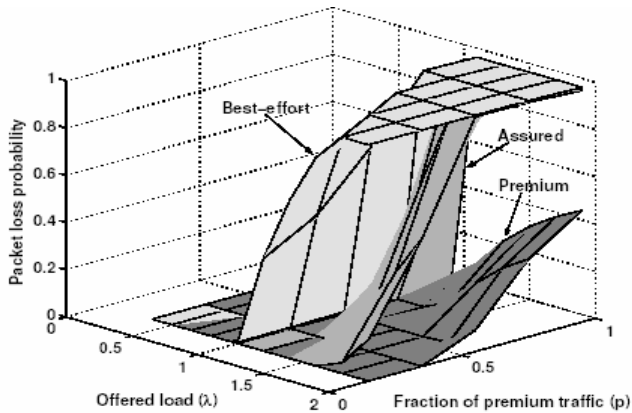
## 4. Backup / Anwendungsbeispiele



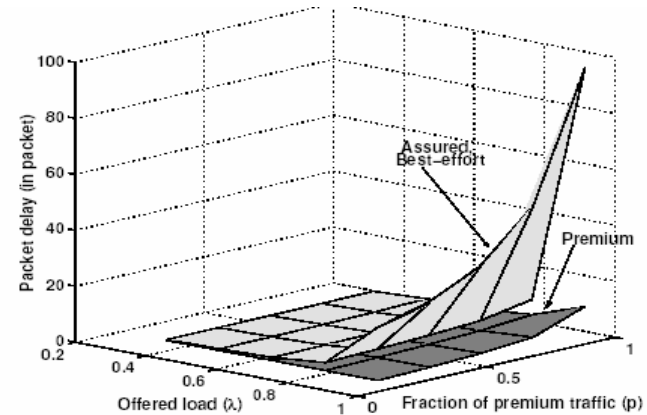
# Szenario: All Ethernet Access Aggregation Network (MUSE/PlaNetS)



# QoS in Aggregationsnetzen: Definition und Eigenschaften



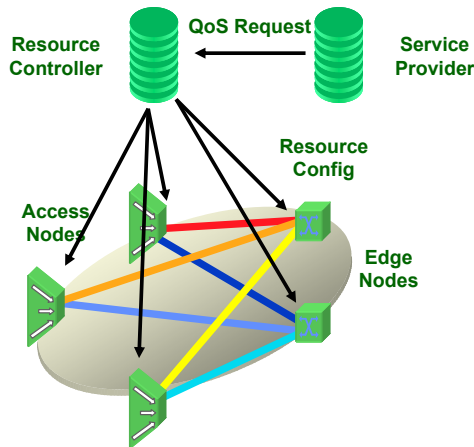
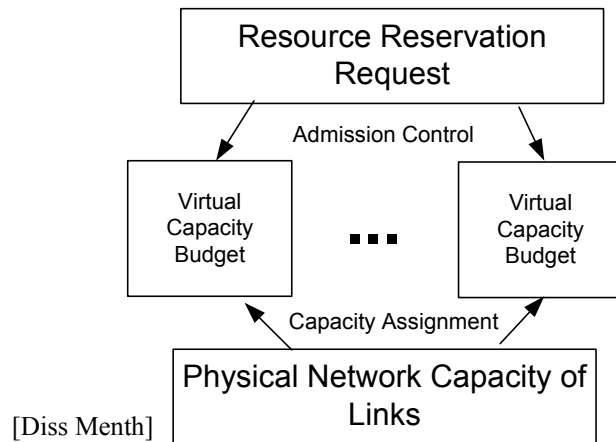
(a) Packet Loss Probability



(b) Packet Delay (in packet)

- QoS = Statistische Beschreibung der Größen LOSS, DELAY, JITTER
  - RT-Voice:  $p(L < 10^{-1}) = 0.99$ ,  $p(D < 400\text{ms}) = 0.99$ ,  $p(J < 30\text{ms}) = 0.99$
  - unter Einhaltung eines geforderten Datendurchsatzes
- Anwendungen stellen bestimmte Anforderungen anhand dieser Parameter
- Netz muss den Verkehr nach Anforderungen sortiert behandeln und die Einhaltung der Parameter garantieren
- Speziell für Ethernet basierte Aggregationsnetzen: Probleme hauptsächlich durch Überlast  $\Rightarrow$  Überlast vermeiden

# NAC – bisherige Lösungsstrategie



- Zugangskontrolle darf nicht im Datenpfad erfolgen

- Einfache relative Einordnung der Dienste (Klassifizierung)
- Keine Einzelverbindungskontrolle ⇒ Aggregatbildung
- Kontrollschicht stellt Zugang zum Netz einmalig pro Dienstanforderung her
- Überprüfung nur am Eingang zum Netz

- Zugangskontrolle durch Netzmanagement

- Beobachtung der Auslastung des Netzes
- Neuberechnung des Bedarfs bei Dienstanforderungen oder statische Zuweisung
- Hoher zentraler Managementaufwand

# Netzlastkontrolle - Ressourcenkontrolle - Netzwerkpotenziale

---

- Bisher:

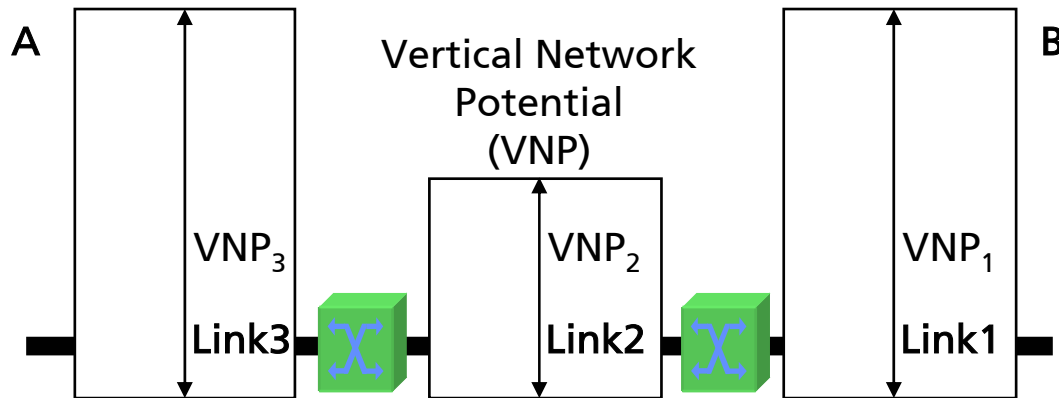
- Verwaltung der zugelassenen Dienste
- Hoher Aufwand beim Netzmanagement: Alle Ressourcen einzeln abfragen (Budgets) bzw. alle physikalischen Ressourcen statisch zuweisen
- Zentrale NAC

- Neu:

- Verwaltung der freien Ressourcen im Netz
- Autonome Berechnung und Verbreitung der hierauf basierenden Potenziale
- Flexible Nutzung weiterer Netzeigenschaften: Pufferlängen für Delay, Gewinnspanne für Dienste
- Verteilte, autonome NAC



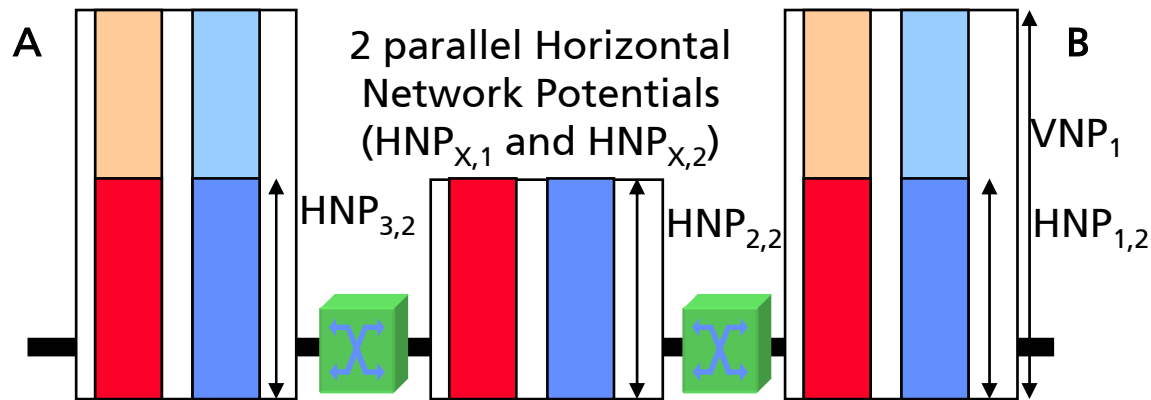
# Definition und Beispiel Netzwerkpotenzial



- Netzwerkpotenzial ist ein skalares Maß für Netzwerkressourcen
- Linkbandbreite: Nominelle BB des Links
- Auslastung: Momentan genutzte BB
- Potenzial: Skalares Maß zur Beschreibung der noch nutzbaren Ressourcen
- Unterteilung: Vertikal (lokal im Knoten/Link) und Horizontal (Verkehrsbeziehungen im Netz)

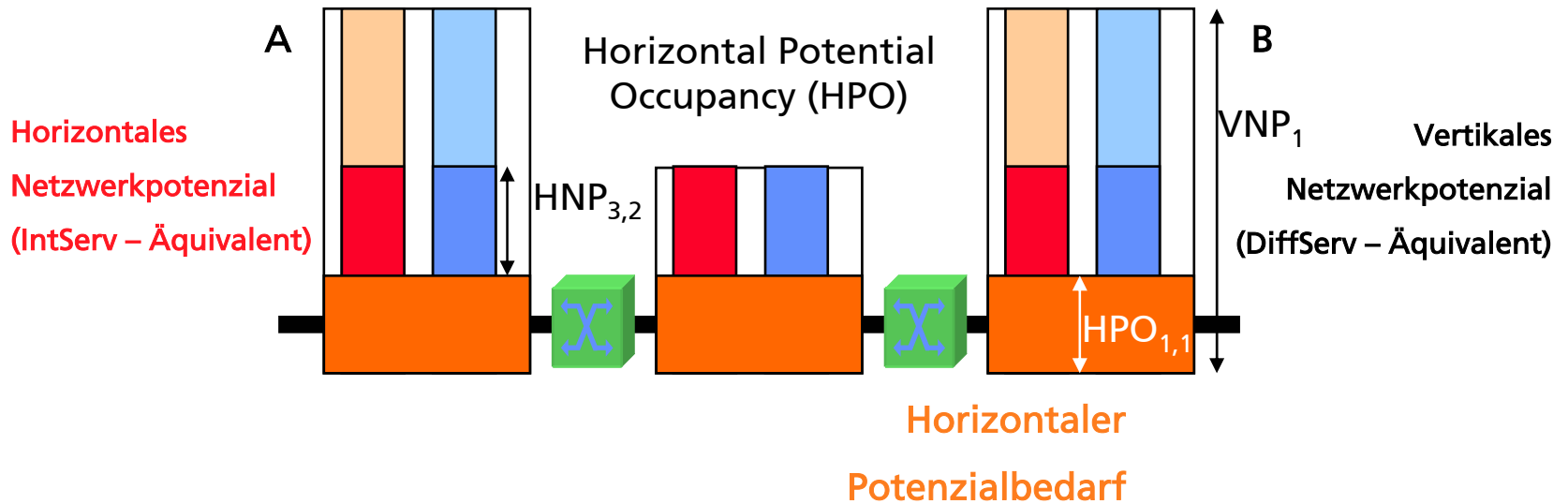


# Definition und Beispiel Netzwerkpotenzial



- Horizontales Potenzial: Ende-zu-Ende Ressourcen
- 1 HNP pro Dienst (kann auch zur Service Discovery genutzt werden)
- Bildung zielbezogener Aggregatbäume
- Fairness durch identische Verteilung auf Äste des Baumes
- Gewichtung der Potenziale durch Gewinnspanne, Resilience, etc.

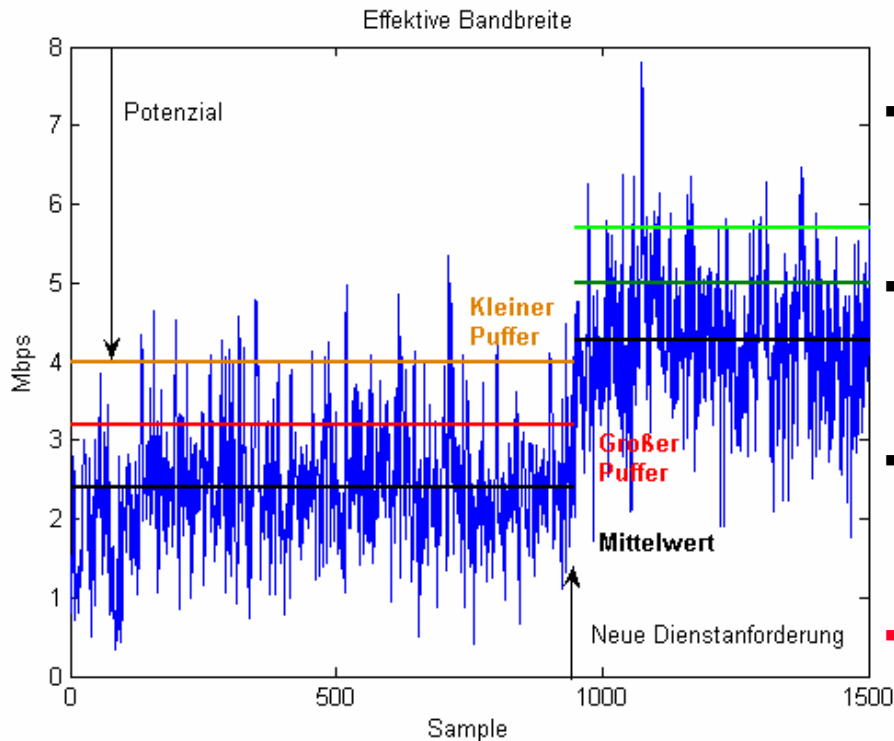
# Definition und Beispiel Netzwerkpotenzial



- Zwei Services (Rot und Blau) realisierbar
- A fordert von B einen roten Service
- Da rotes Potenzial vorhanden, kann der Dienst zugelassen werden  $\Rightarrow$  Potenzialbedarf (orange)
- Potenziale werden reduziert

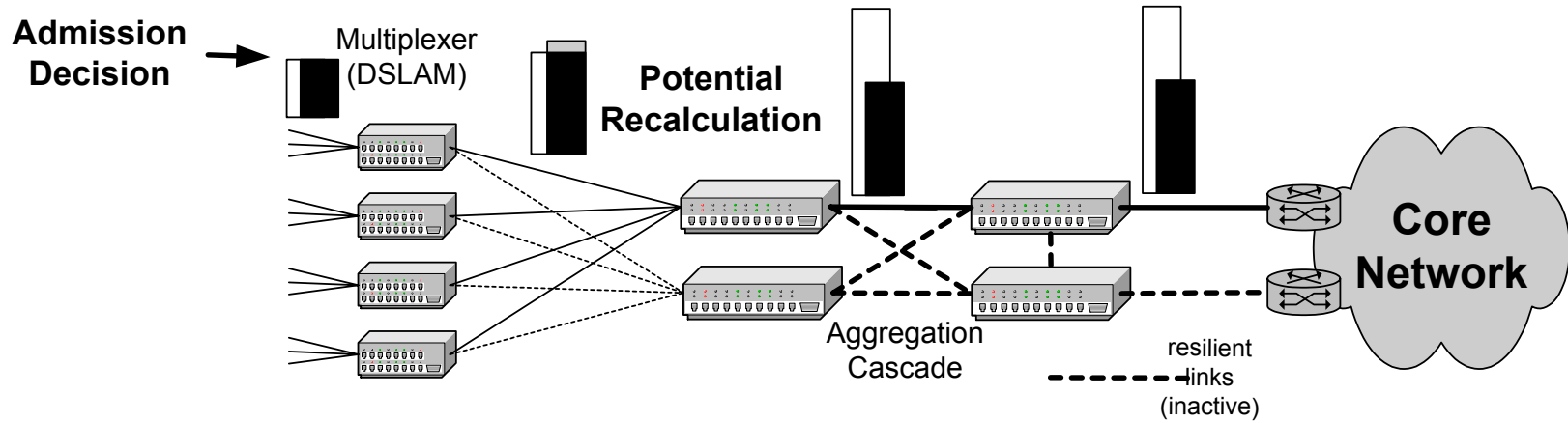
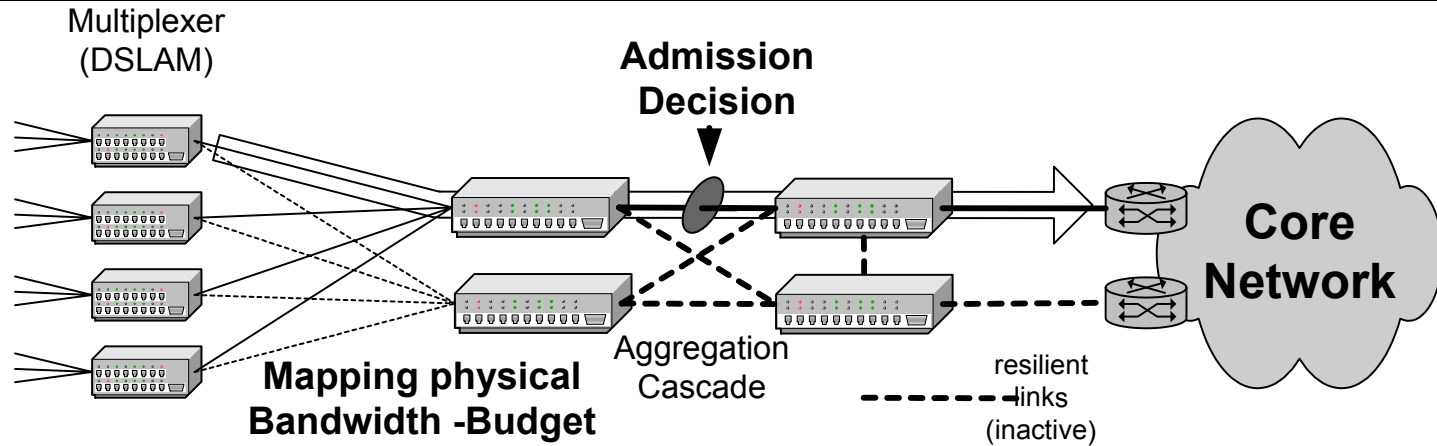


# Netzwerkpotenziale und Potenzialverbrauch

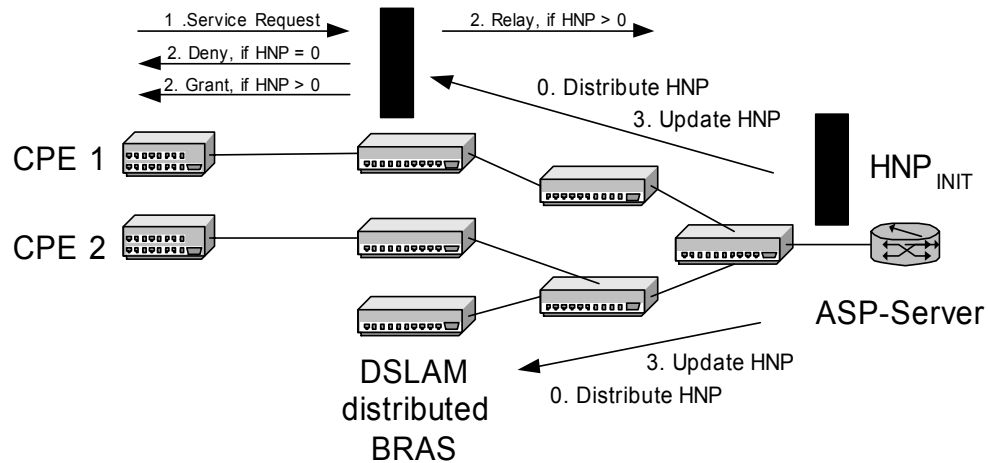


- Angeforderte Dienste „verbrauchen“ Ressourcen, aber nicht Mittelwert und auch nicht Spitzenwert
- Effektive Bandbreite beschreibt die nötige Menge an Ressourcen, schwierige Berechnung (Puffer, Fehler, Hurst)
- Verschiedene Dienste haben unterschiedliche QoS-Anforderungen ⇒ unterschiedliche EffBW
- Effektive Bandbreite nicht konstant durch statistischen Multiplexgewinn bei Aggregation
- **Neuer Ansatz: Anstatt Verbrauch verschiedener Dienstklassen zu erfassen werden nur die freien Ressourcen betrachtet und für verschiedene Dienste in Potenziale umgerechnet**

# Gegenüberstellung: Potenziale vs. NAC



# NAC durch Netzwerkpotenziale



- Service Discovery vereinfacht / überflüssig
- Verteilte BRAS Funktion: Lokale NAC / Weiterleitung zum Service Provider
- Effizient: Vertikale Potenziale durch MIB / int. Management bekannt / berechenbar  
Horizontale Potentiale: Anzahl der verschiedenen Dienste  
Ressourcenverbrauch: Update der Potenziale z.B. durch Service Endpoint  
Update: 1 x pro Sekunde, einfache mathematische Operationen

# Ziele der Arbeit / Fazit

---

- Erhöhte Pro-Service Garantie auf Basis von Frames
  - IntServ: Skaliert nicht
  - DiffServ: Aggregat-Behandlung ohne NAC verhindert Überlast nicht
- Kombination von Dienstgüte und Ausfallsicherheit (MUSE/PlaNetS)
  - Einsatz von Ethernet im Carrier Network (Carrier-grade Ethernet)
- Effizienteres Management (autonomes Management)
  - Einsatz von lokaler Zugangskontrolle zum Netz
  - Topologieinformationen verbreiten (Resilience)
  - Freie Ressourcen (Potenziale) durch Protokolle bekannt geben
  - Netzwerk – Feedback einbeziehen
  
- Verknüpfung von Spanning Trees (Resilience), Zugangs- (Policy) und Ressourcenkontrolle (QoS) auf Basis von Frames (Ethernet)



---

Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!  
Fragen?



# NAC durch Netzwerkpotenziale

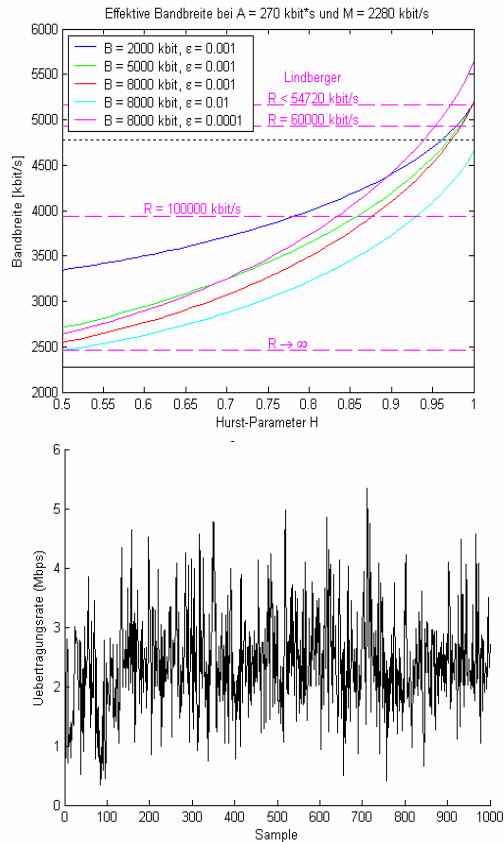
---

- Vertikales Potenzial: Übertragungsbandbreiten der Links
  - Link Aggregation, Rate Adaptation (Token Bucket), Noise Management
- Horizontales Potenzial: Ende-zu-Ende Kapazität einer Verkehrsbeziehung
  - Dienstbezogen: Potenzial abhängig von QoS Parametern
  - Zielbezogene Aggregat-Bäume
- Potenzialverbrauch: Alle aktiven Dienste werden zusammengefasst
  - Weitere Betrachtung des Verkehrs nicht mehr nötig
  - Keine Aufteilung der Dienste in Klassen nötig
  - Freiheit, weitere Merkmale in Potenzial einzubeziehen: Finanzen, Resilience
- Autonomes Management: Verteilung der Potenziale, effiziente Neuberechnung
  - Verteilung der Potenziale durch Erweiterung vorhandener Kontrollprotokolle
  - Einfache Operationen: Addition der Potenziale





# Bestimmung Netzwerkpotenzial



- Effektive Bandbreite eines Verkehrsstroms abhängig von vielen Parametern

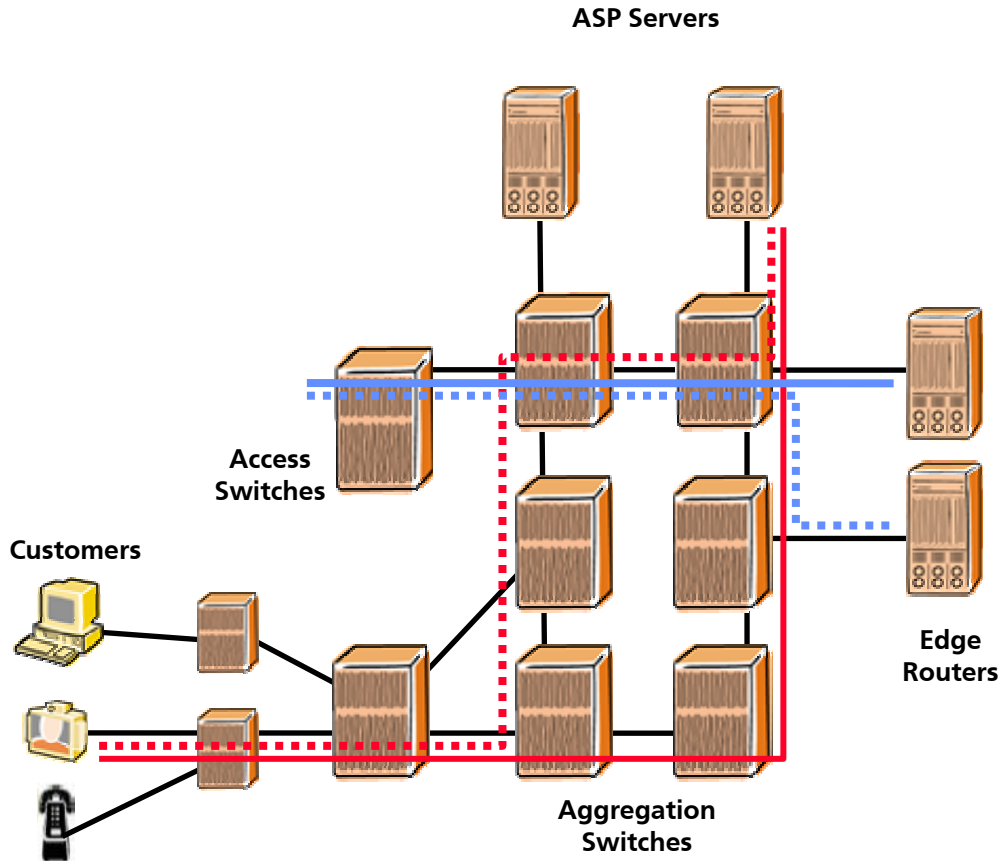
- Beispiel unten: Mittelwert  $M = 2280 \text{ kbit/s}$ , Varianzkoeffizient  $A = 270 \text{ kbit}^2/\text{s}$ , Hurst Parameter  $H = 0,78$

- $A = f(M,H) = \text{Var}(X^{(m)}) = \sigma^2 * m^{-2} * m^{2H}$

- Oben: Vergleich der benötigten Bandbreite in Abhängigkeit von H bei M,A konstant und Pufferlänge B und Verlustwahrscheinlichkeit  $\epsilon$

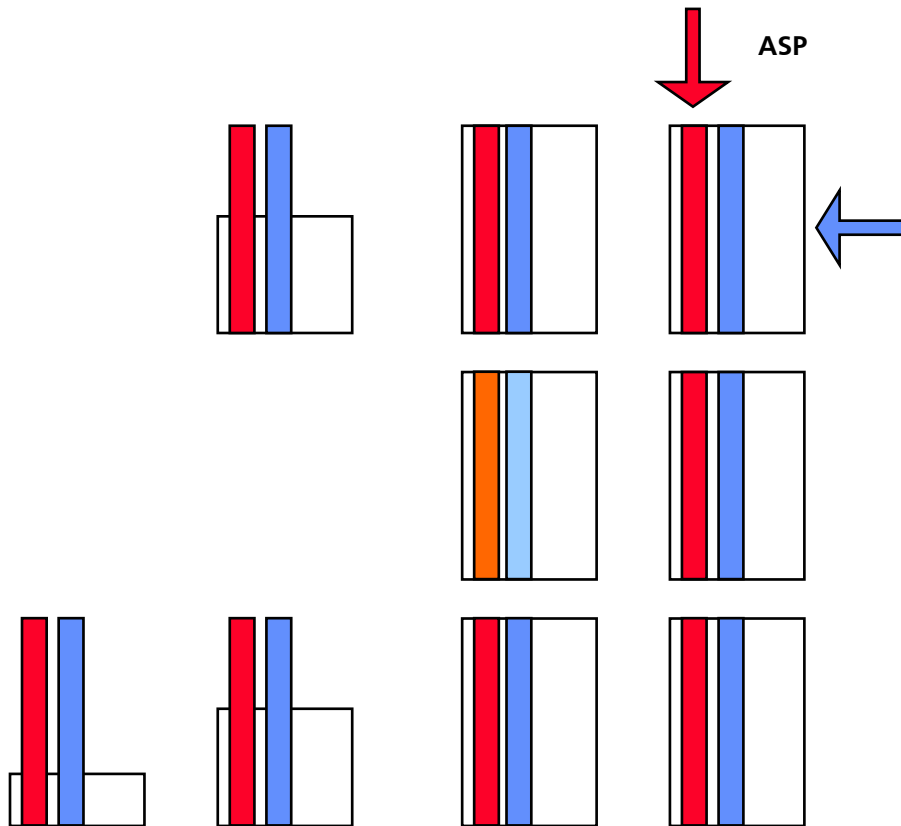
- Bestimmung eff. BB schwierig und langwierig

# Anwendungsfälle



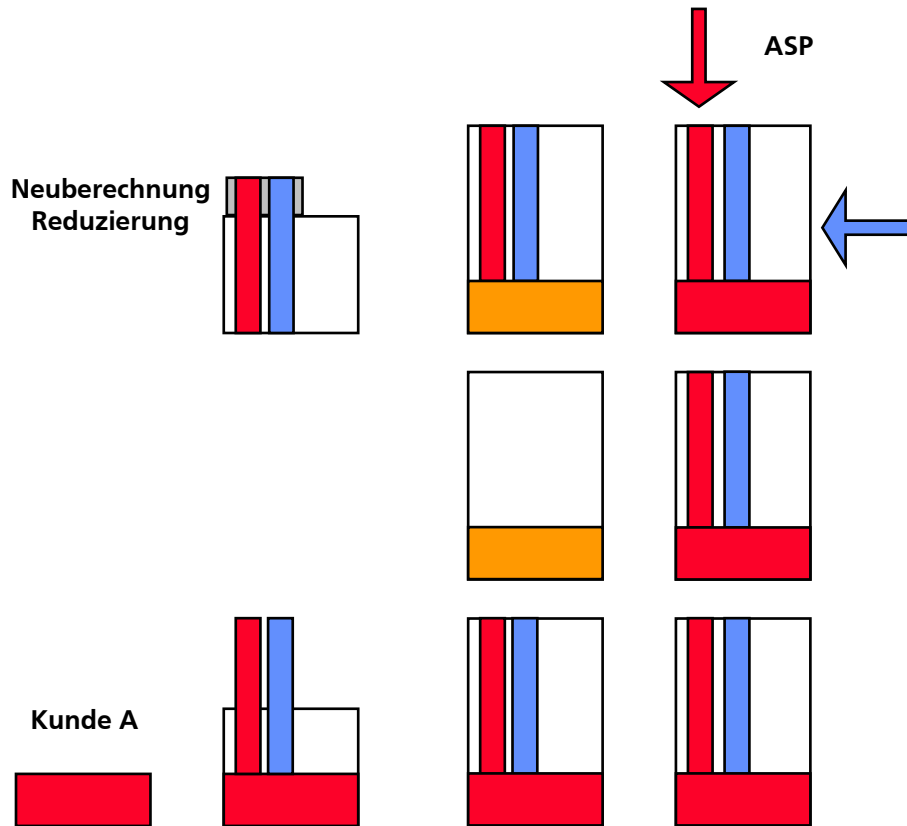
- Ethernet Access/Aggregation Netzwerk
- M Kunden (tausende)
- N Server / Service Termination Points (wenige...zig)
- $M \gg N$
- Pro SeTePo bis zu 8 Verkehrsklassen
- Resilience

# Potential Discovery and Init



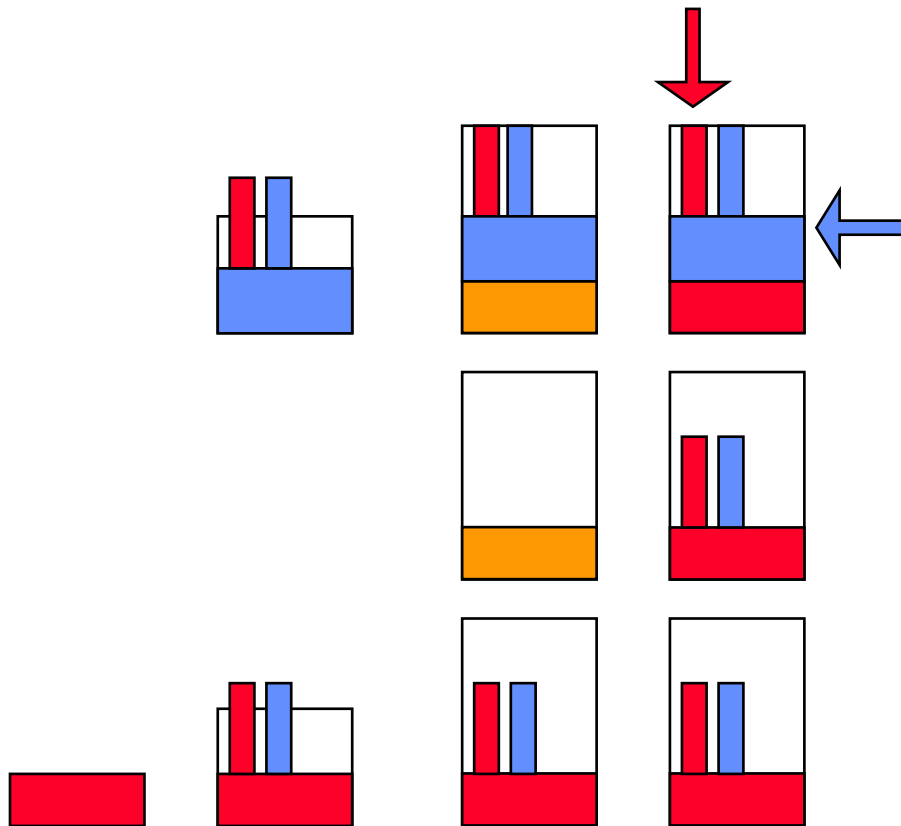
- Ausgangspunkt: Aufbau von Spanning Trees (STP) und initiale Potenzialverbreitung
- Bei jedem ASP ist Wurzel eines STP
  - STP zur Aggregatbildung, Resilience und Potenzialverbreitung
- Rotes Potenzial für ASP
- Blaues Potenzial für IP Core Edge
- Resilience (transparentes Potenzial)
- STP-Roots bauen Tree auf und verbreiten Potenzial

# Betrieb - Potenzialverbreitung



- Nach Init-Phase verbreiten die Knoten mit den BPDUs die aktuell berechneten Potenziale
- Resilience kann berücksichtigt werden (transparente Blöcke zeigen 1:1 Protection für roten Dienst / Verkehrsklasse rot)
- Kunde A nutzt Dienst zum ASP (Verkehrsklasse rot) mit Potenzialbedarf in roter VK
- Die Potenziale werden neu berechnet und verbreitet

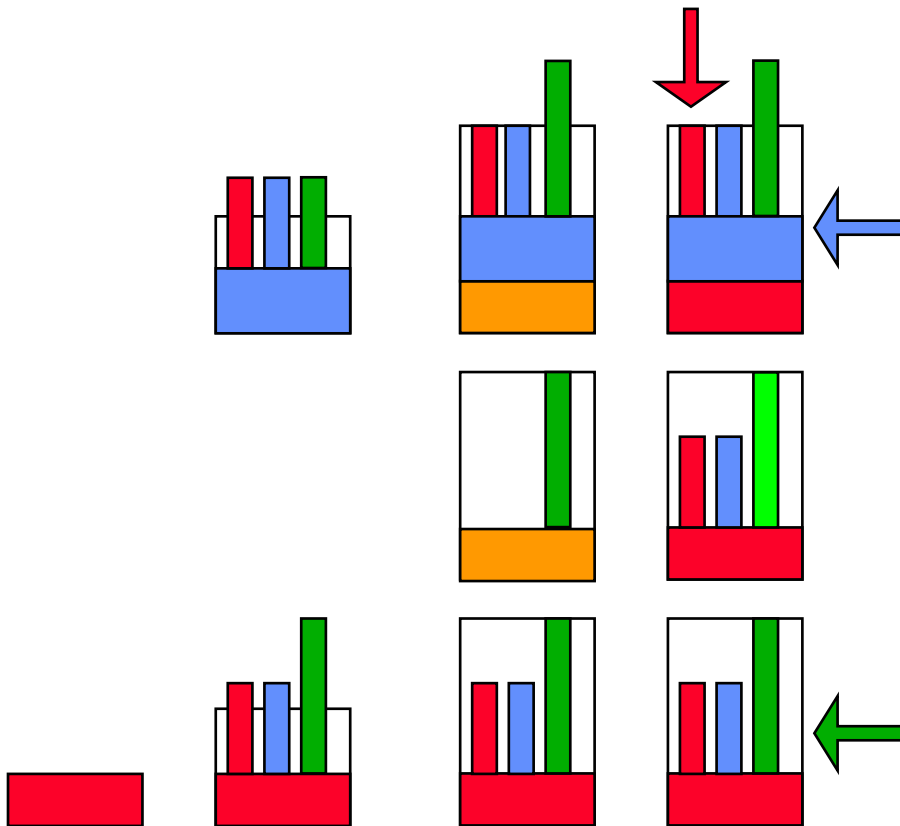
# Betrieb - Potenzialverbreitung



- Blauer Dienst ohne Resilience
- Blaues Potenzial ist geringer als vertikales Potenzial verfügbar
- Wenn horizontales Potenzial größer als vertikales wird Potenzial bei der Weiterleitung verringert

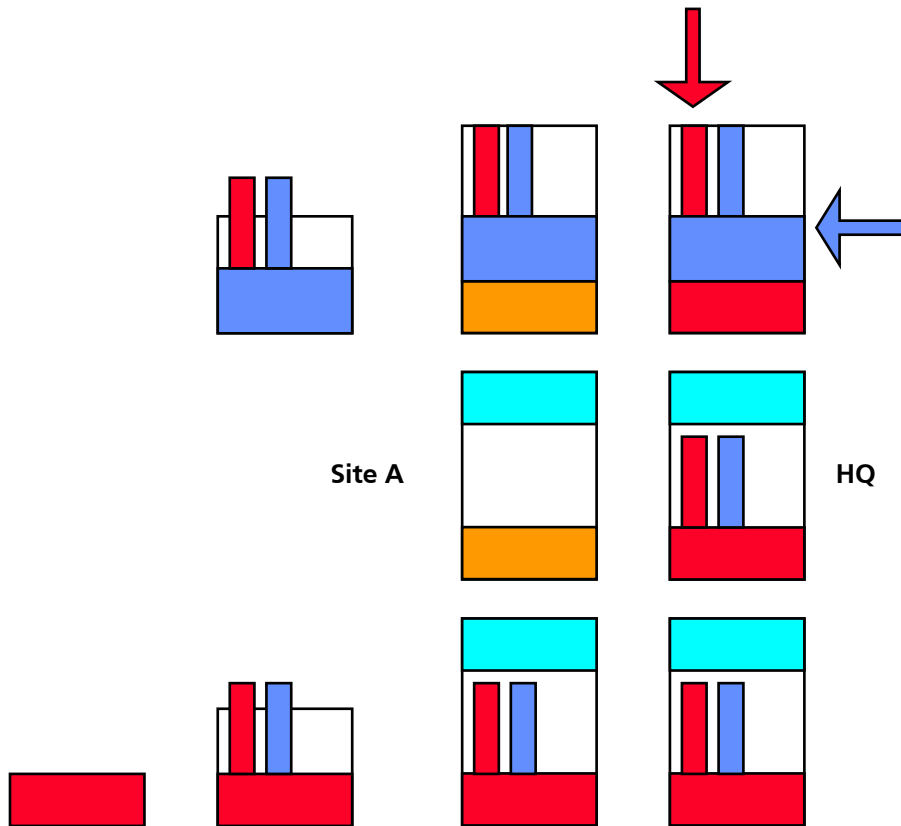


# Betrieb - Potenzialverbreitung



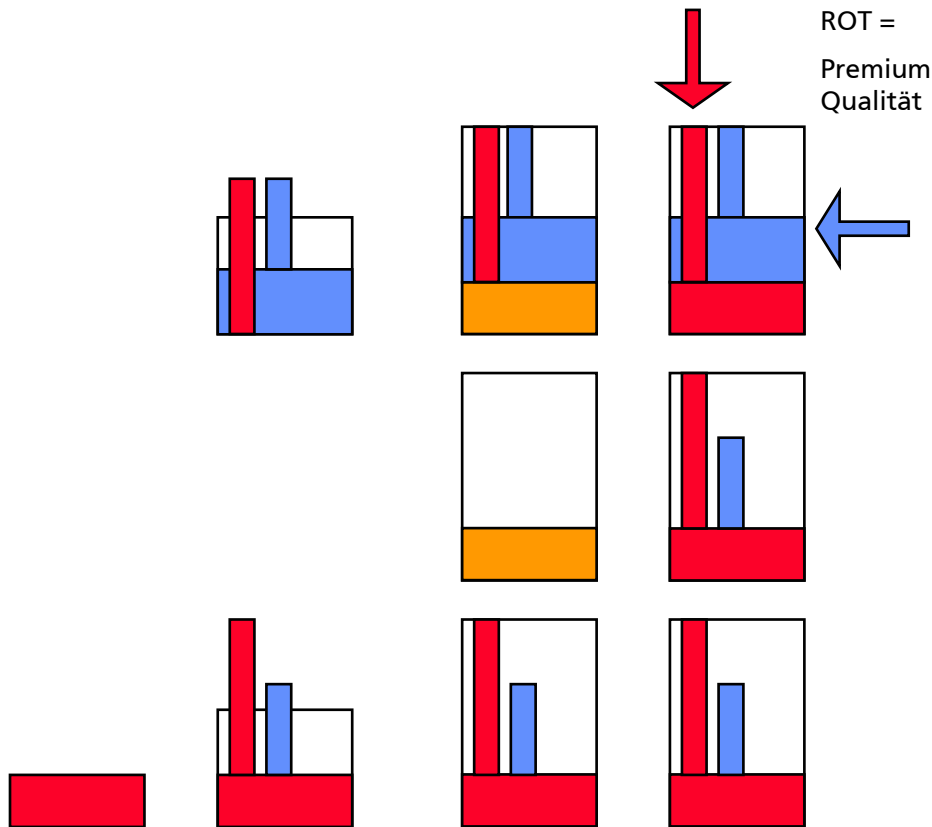
- Neuer ASP (grün)
- Neuer STP wird aufgebaut, beim Aufbau kann Pot. berücksichtigt werden
- Links mit hohen Auslastungen werden kann zu Backup Links (TE)

# Business Customer Branch - HQ



- Potenziale für Standleitungen können direkt reserviert werden
- Reduktion des vertikalen Potenzials

# Premium Traffic



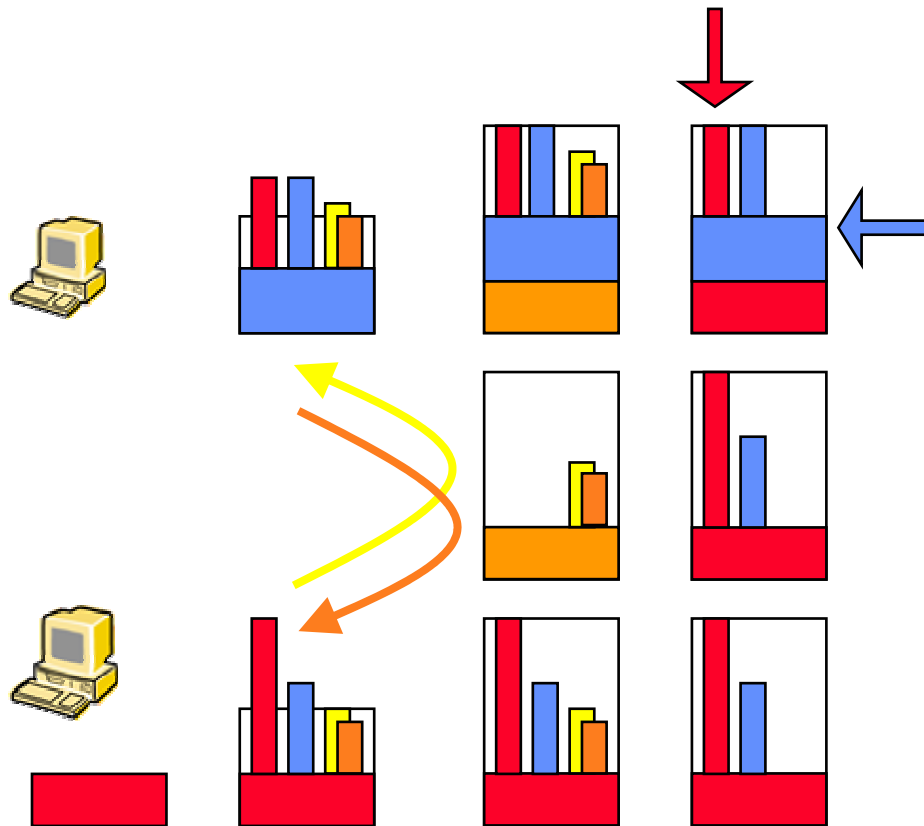
## ▪ Berechnung des Potenzials

## ▪ Kann für Premium Traffic auf besondere Weise erfolgen

- Rotes Potential größer als blaues
- Verkehr in roter Klasse kann dann Verkehr der blauen Klasse verdrängen
- Rotes Potenzial kann nicht größer werden als vertikales potenzial, sonst Konkurrenz innerhalb einer VK
- Present Service Protection
- Höherer Gewinn  $\Rightarrow$  höheres Potenzial



# Peer – to – Peer Networking



- Separate Potenzialauswertung durch Clients
- Netz verteilt Vertikales Potenzial auf Anfrage
- P2P Clients ermitteln verfügbares Potenzial
  - Packet Dispersion Measurement
  - Explizite Ressourcenanforderung