



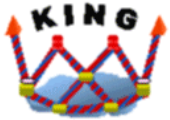
University of Würzburg  
Department of Distributed Systems  
Prof. Dr.-Ing. P. Tran-Gia

---

# Performance Comparison of Network Admission Control and Capacity Overprovisioning

---

5. Würzburger Workshop  
IP-Netzmanagement, Netzplanung und Optimierung  
18-19 July 2005, Universität Würzburg



Rüdiger Martin<sup>1</sup>, Michael Menth<sup>1</sup>, Joachim Charzinski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universität Würzburg, Germany

<sup>2</sup>Siemens AG, München, Germany

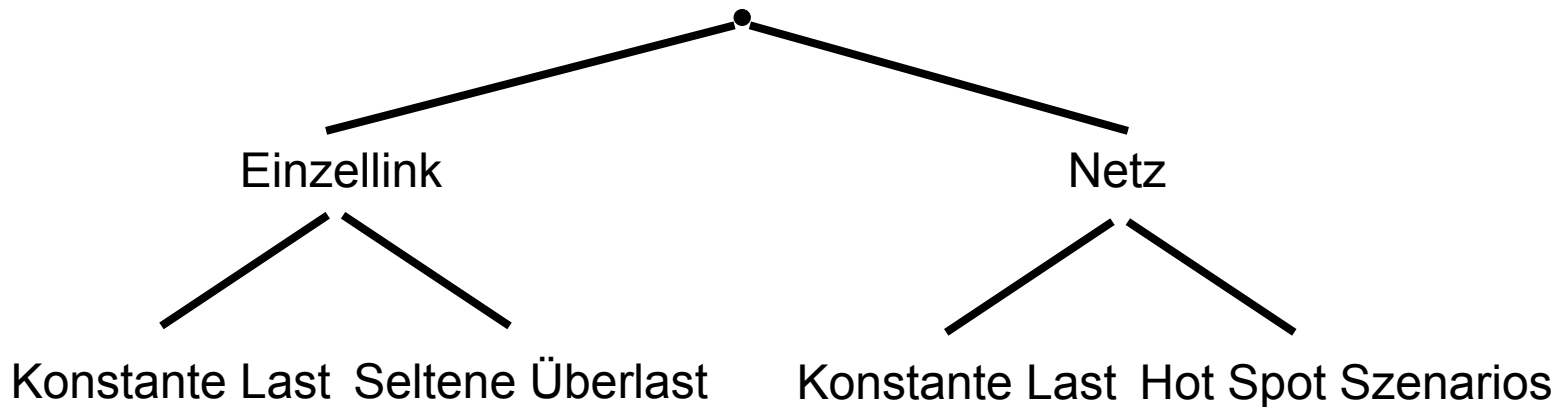
A SIEMENS project  
supported by BMBF

[martin|menth]@informatik.uni-wuerzburg.de  
joachim.charzinski@siemens.com

# Gliederung

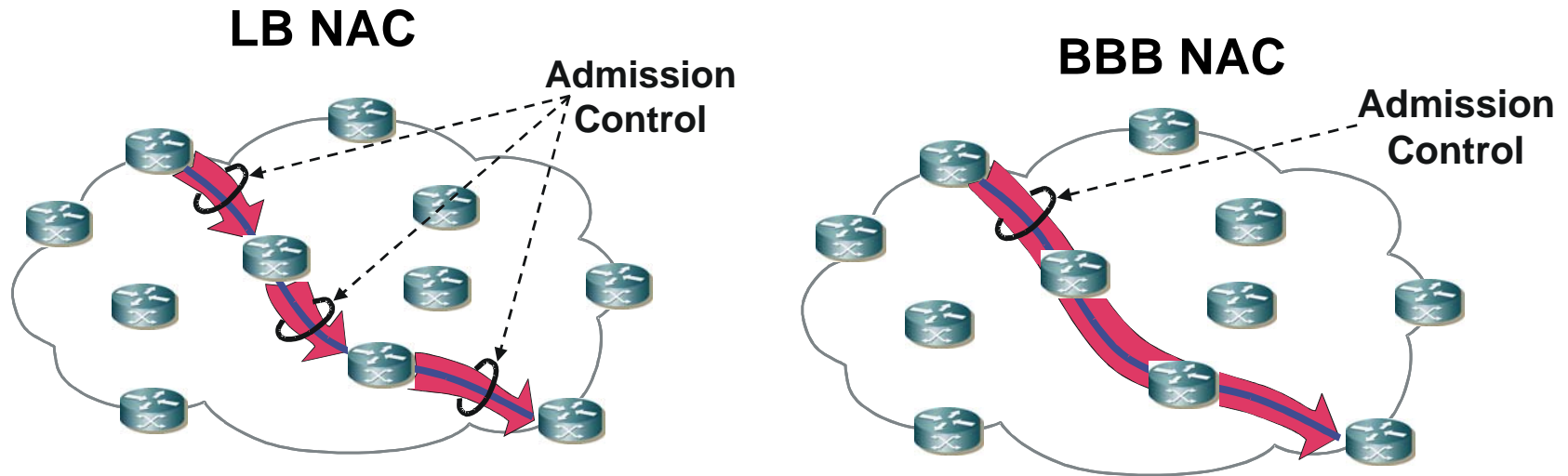
---

- ▷ Techniken zur Unterstützung von QoS
  - Verkehrsklassen mit hoher und niedriger Priorität
  - Einhaltung von QoS
    - Network Admission Control (NAC)
    - Capacity Overprovisioning (CO)
- ▷ Vergleich des Bedarfs an Kapazität



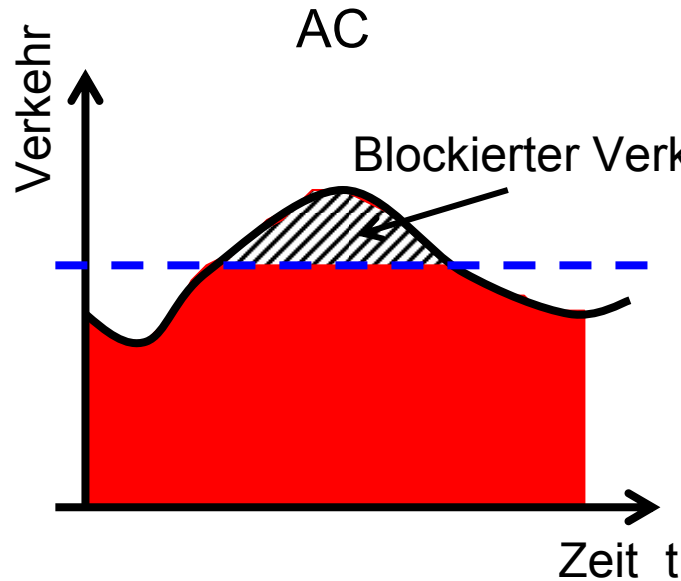
- ▷ Fazit

# Admission Control und Capacity Overprovisioning



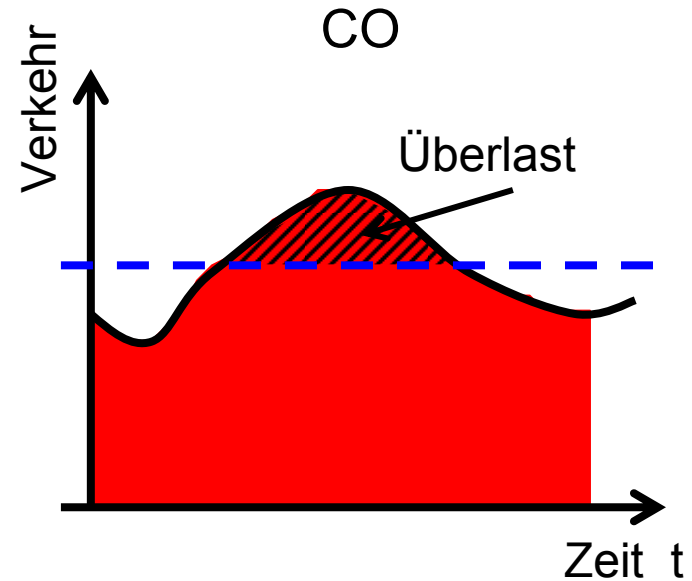
- ▷ Admission Control (AC)
  - Überlastabwehr durch Blockierung von Flüssen
- ▷ Capacity Overprovisioning (CO)
  - Überlastvermeidung durch Bereitstellung „überflüssiger“ Kapazität

# Grundlagen für den Vergleich



# Nutzer begrenzt  
→ M/M/n-0

- Blockierwahrscheinlichkeit  $p_b$   
(Flussdurchschnitt)
- Multi rate



# Nutzer unbegrenzt  
→ M/M/ $\infty$

- QoS Verletzungswahrscheinlichkeit  $p_v$   
(Zeitdurchschnitt)
- Multi rate

# Untersuchung Einzellink

---

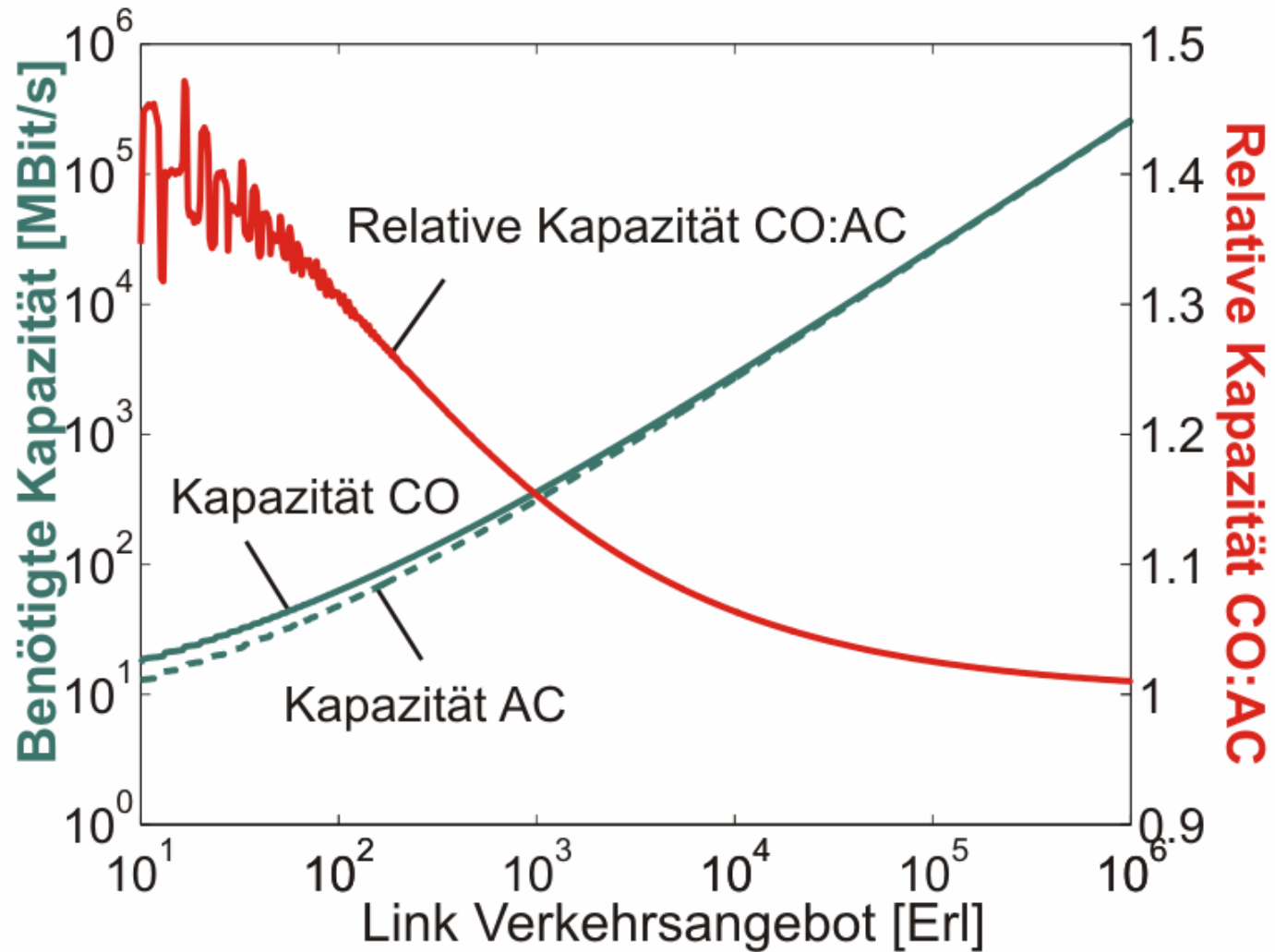
## ▷ QoS Anforderungen

- AC: Blockierwahrscheinlichkeit  $p_b=10^{-3}$   
(Flussdurchschnitt)
- CO: QoS Verletzungswahrscheinlichkeit  $p_v=10^{-6}$   
(Zeitdurchschnitt)

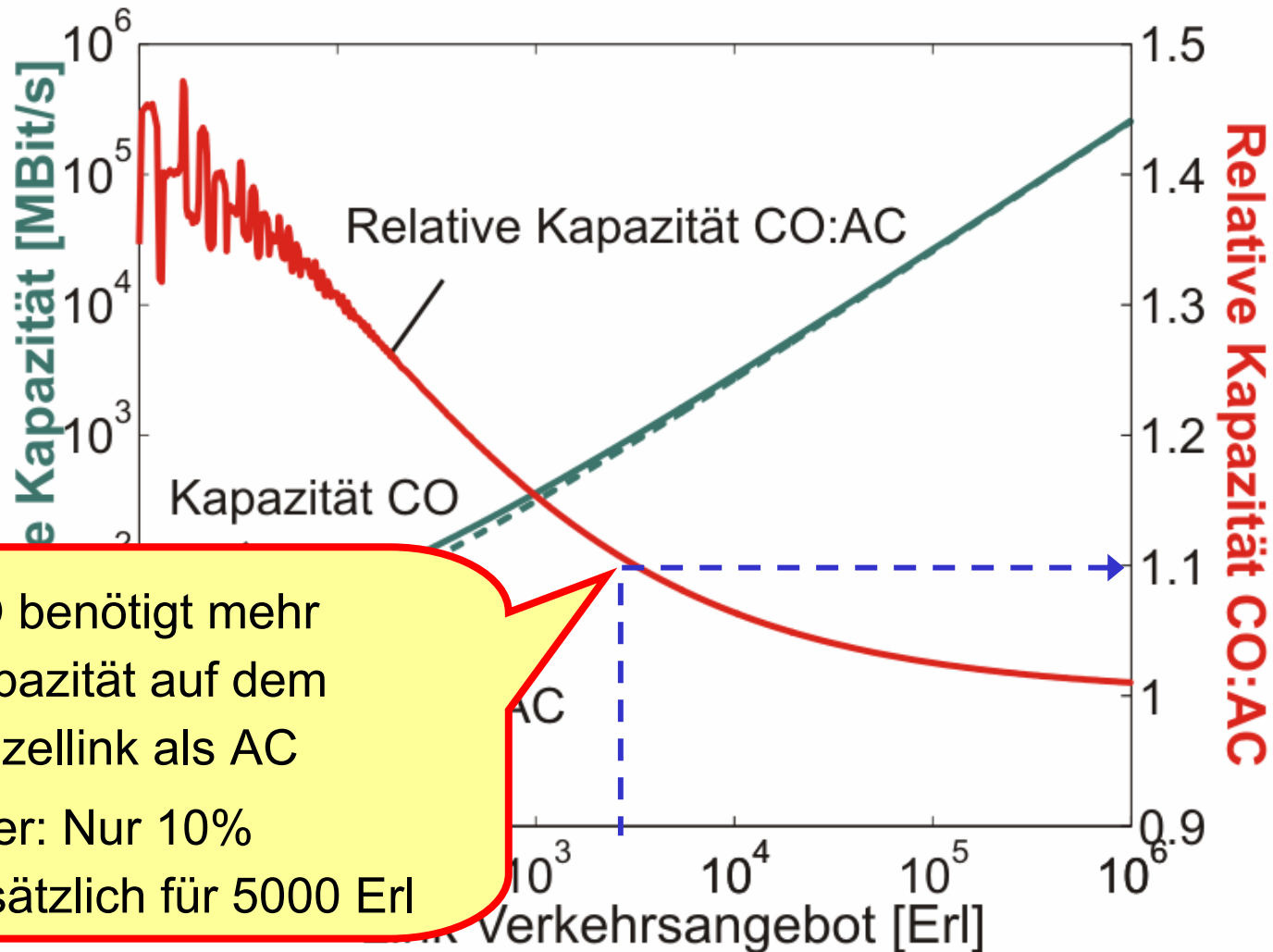
## ▷ Verkehrsmodell für den Einzellink

- Poisson Ankünfte
- Variable Anforderungsgrößen

# AC vs. CO auf einem Link unter konstanter Last



# AC vs. CO auf einem Link unter konstanter Last



- ▷ CO benötigt mehr Kapazität auf dem Einzellink als AC
- ▷ Aber: Nur 10% zusätzlich für 5000 Erl

# AC vs. CO auf einem Link unter konstanter Last

---

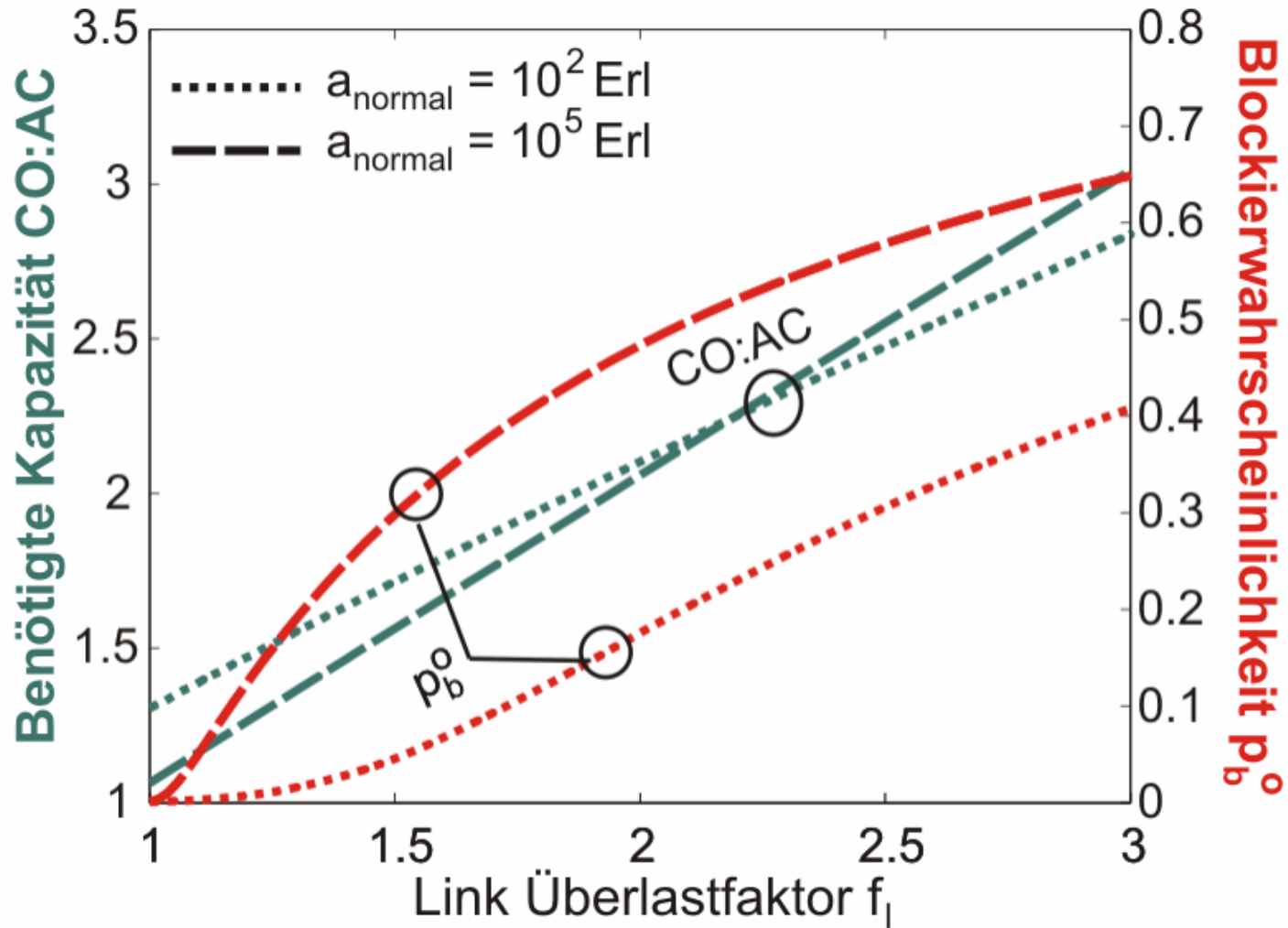
- ▷ Beobachtung:  
CO benötigt nur wenig zusätzliche Kapazität im Vergleich zu AC
- ▷ Warum?  
Poisson Modell erzeugt sehr stabile Raten innerhalb der Verkehrsaggregate bei nur kleiner Fluktuation aufgrund des hohen Aggregationsniveaus
- ▷ Zugrunde liegende Annahme:  
Die durchschnittliche Verkehrsrate ist konstant

→ Modell mit seltener Überlast

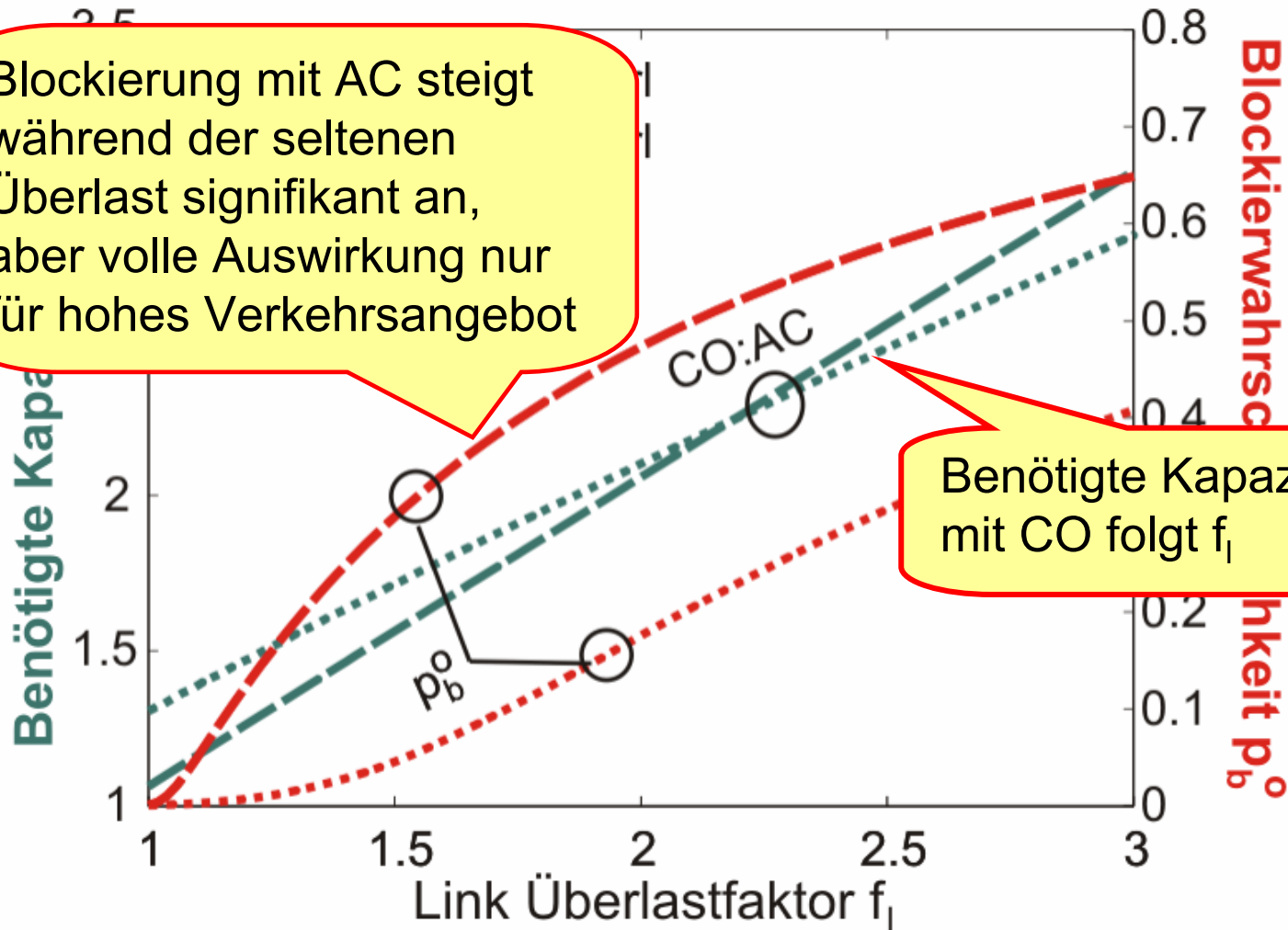
- Verkehrsangebot erhöht um Überlastfaktor  $f_i$
- Mit Wahrscheinlichkeit  $1/365$



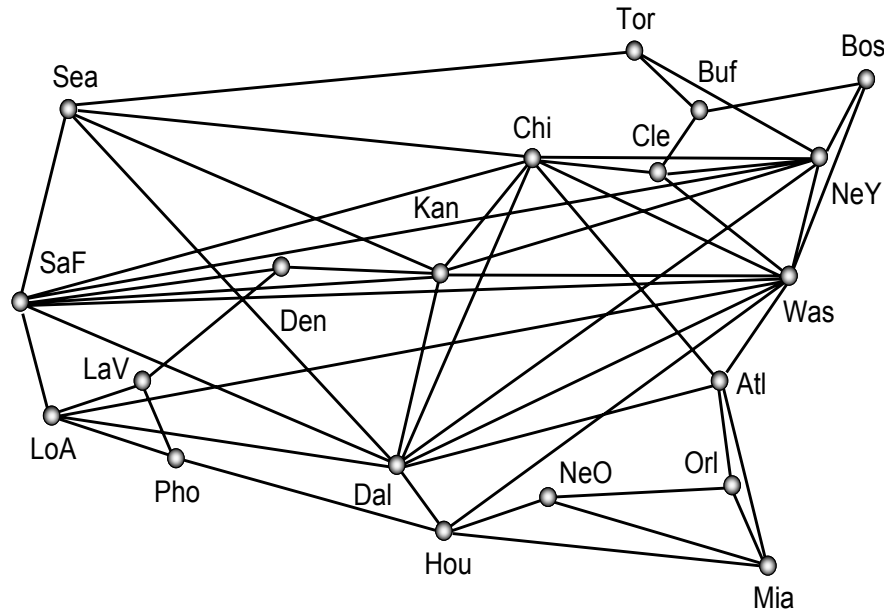
# Seltene Überlast auf einem Link



# Seltene Überlast auf einem Link



# Untersuchung Netz



## ▷ Verkehrsmatrix

- Gesamtlast skaliert mit durchschnittlichem b2b Verkehrsangebot  $a_{b2b}$
- Proportional zu den Städtegrößen

# Untersuchung Netz

Tor

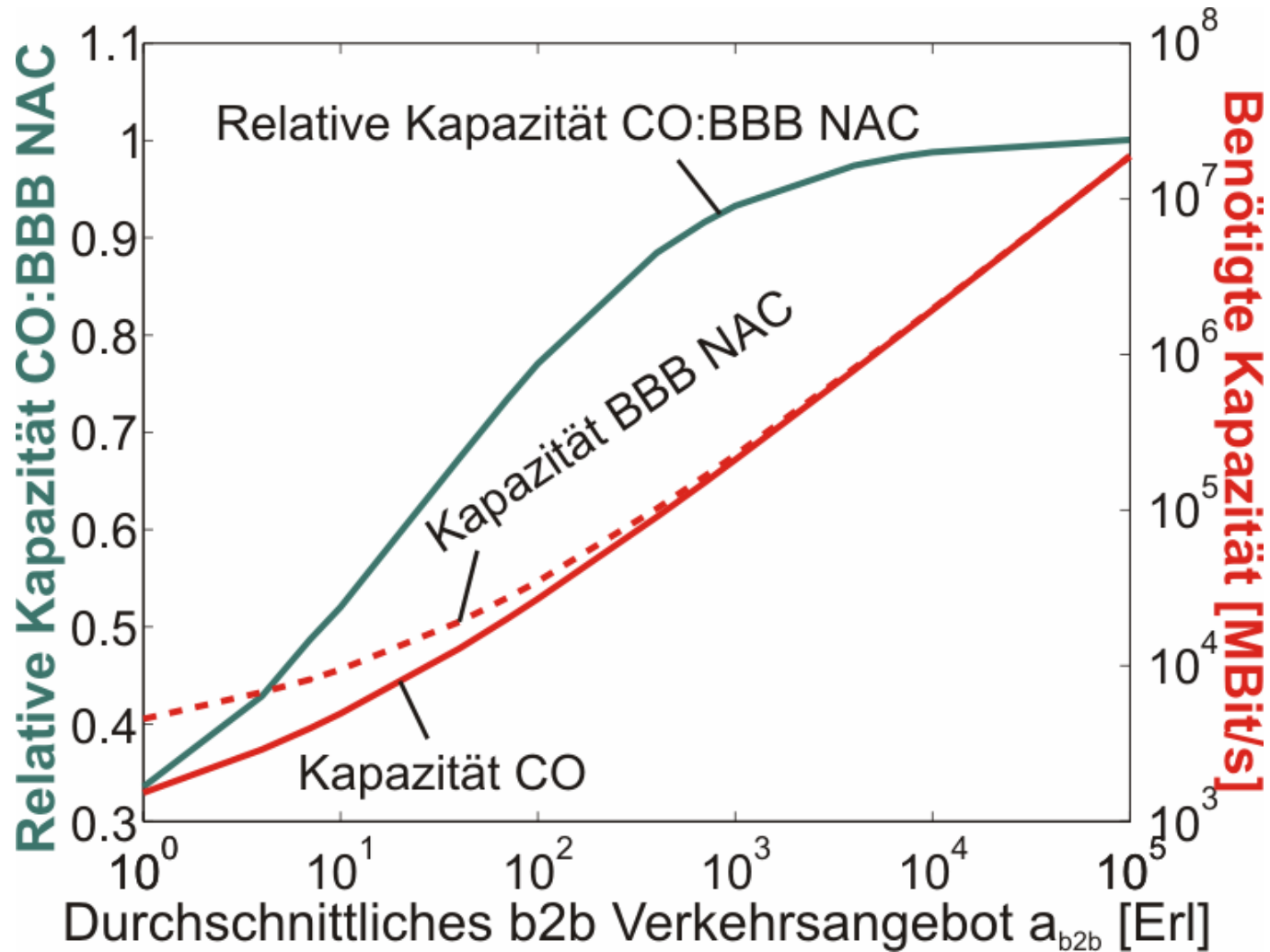
Name(v)	$\pi(v)$ [ $10^3$ ]	Name(v)	$\pi(v)$ [ $10^3$ ]
Atlanta	4112	Los Angeles	9519
Boston	3407	Miami	2253
Buffalo	1170	New Orleans	1338
Chicago	8273	New York	9314
Cleveland	2250	Orlando	1645
Dallas	3519	Phoenix	3252
Denver	2109	San Francisco	1731
Houston	4177	Seattle	2414
Kansas	1776	Toronto	4680
Las Vegas	1536	Washington	4923

Mia

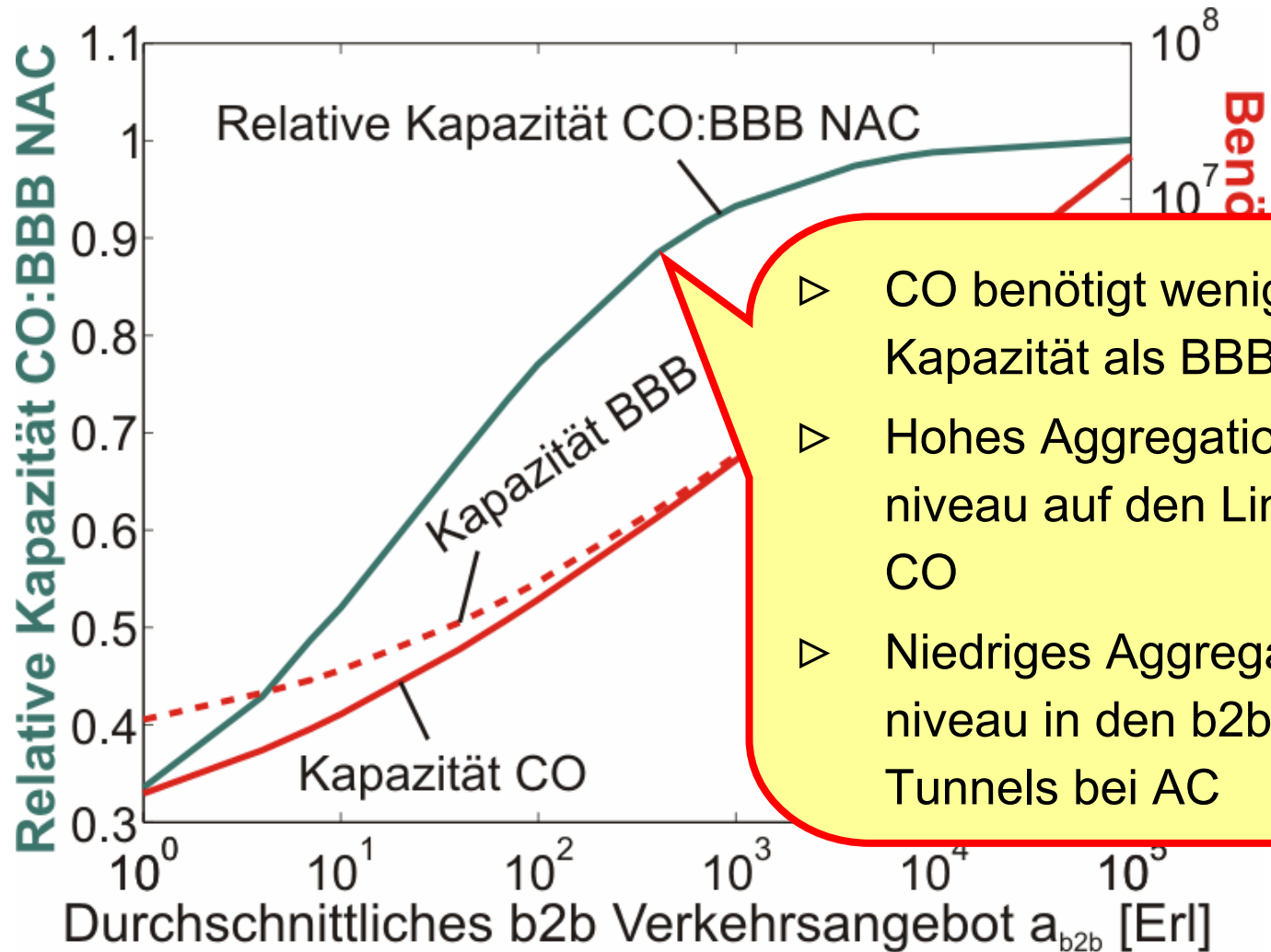
## ▷ Verkehrsmatrix

- Gesamtlast skaliert mit durchschnittlichem b2b Verkehrsangebot  $a_{b2b}$
- Proportional zu den Städtegrößen

# AC vs. CO im Netz mit konstanter Last



# AC vs. CO im Netz mit konstanter Last

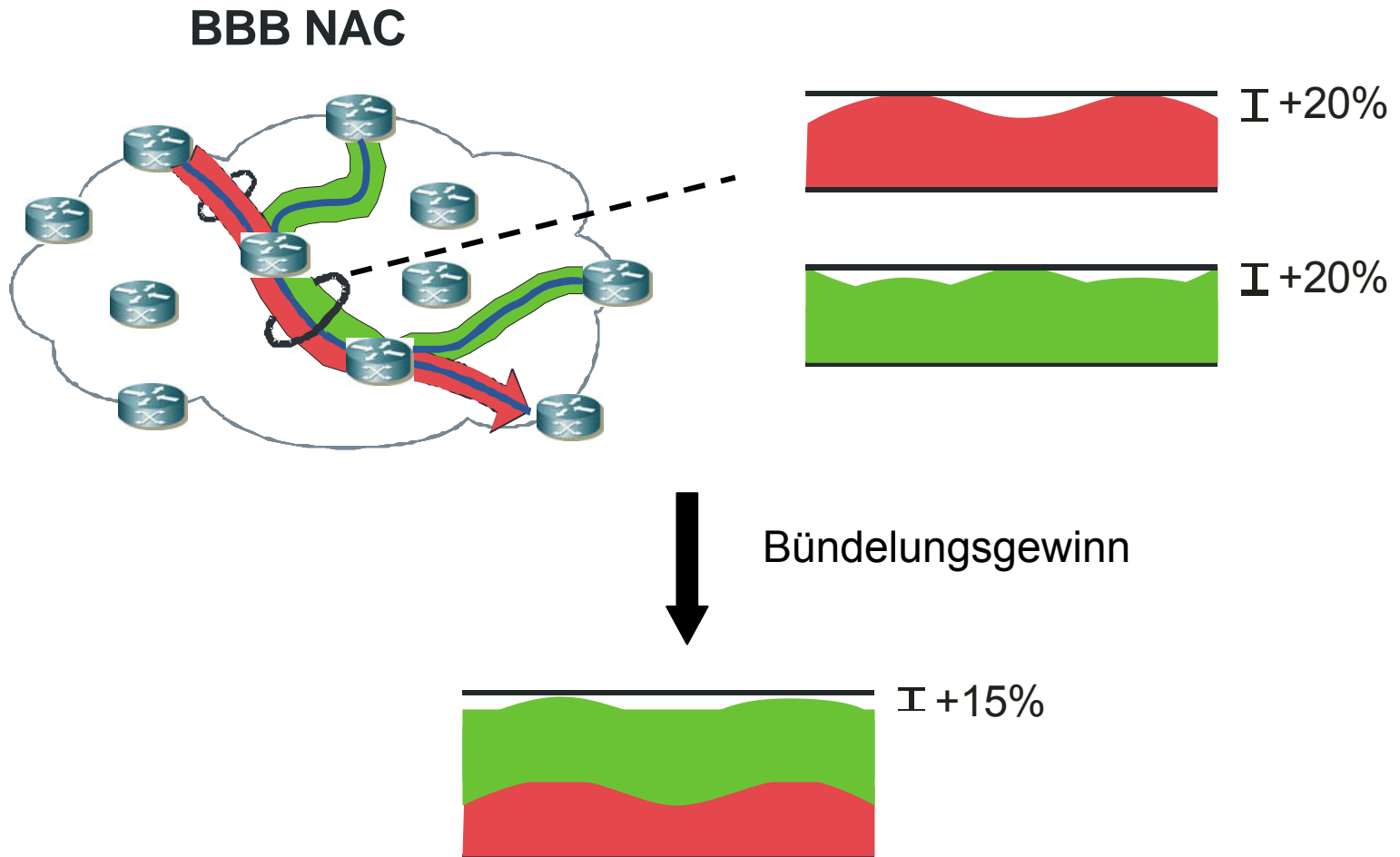


# AC vs. CO im Netz mit konstanter Last

---

- ▷ Beobachtung:  
CO benötigt weniger Kapazität im Vergleich zu AC
- ▷ Warum?
  - Poisson Modell erzeugt sehr stabile Raten innerhalb der Verkehrsaggregate bei nur kleiner Fluktuation aufgrund des hohen Aggregationsniveaus
  - CO profitiert auf Grund des Bündelungsgewinns durch gemeinsam genutzte Linkkapazitäten
- ▷ Zugrunde liegende Annahme:  
Die durchschnittliche Verkehrsrates ist konstant

# Bündelungsgewinn durch gemeinsame Linkkapazitäten





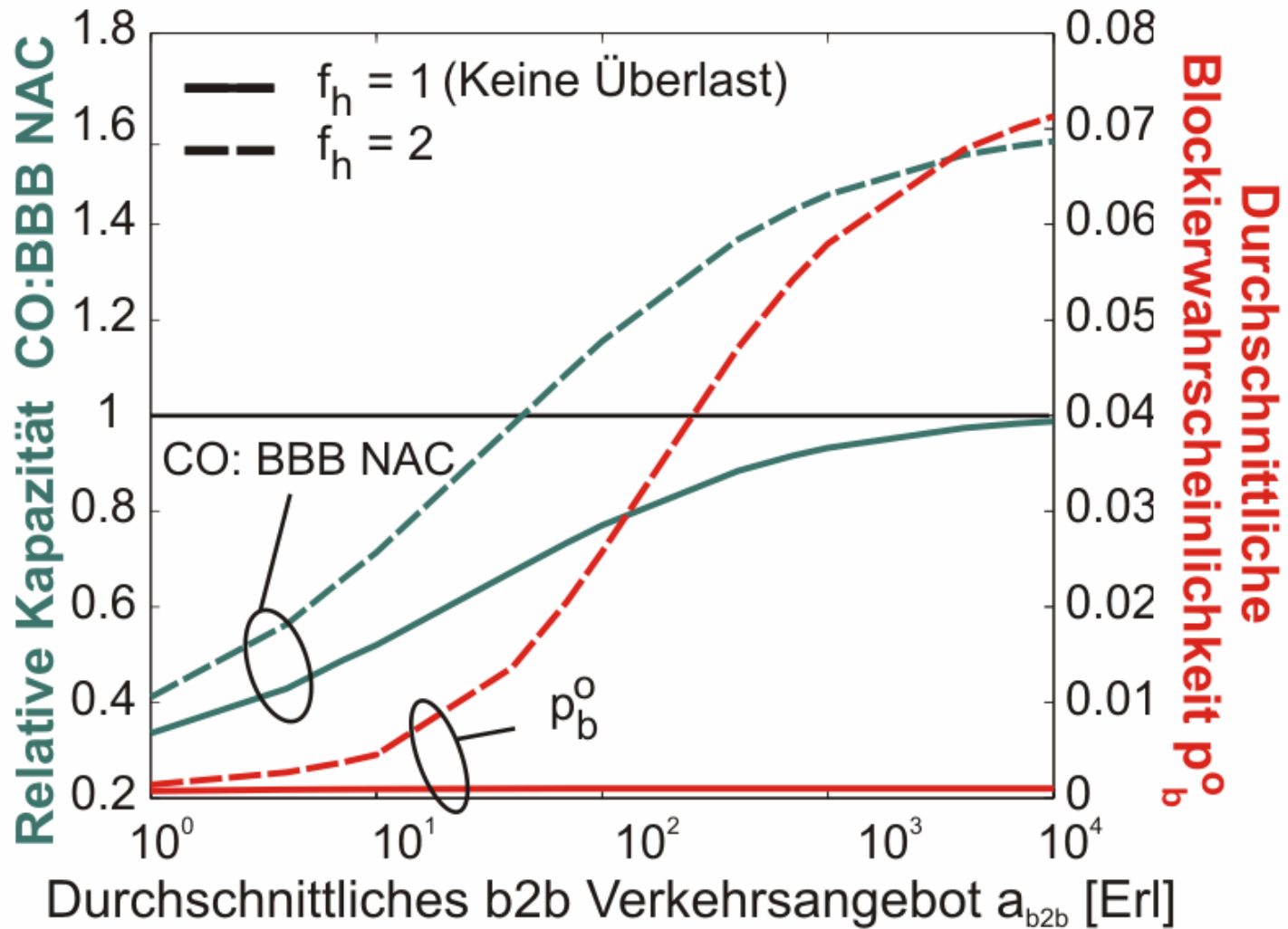
# AC vs. CO im Netz mit konstanter Last

- ▷ Beobachtung:  
CO benötigt weniger Kapazität im Vergleich zu AC
- ▷ Warum?
  - Poisson Modell erzeugt sehr stabile Raten innerhalb der Verkehrsaggregate bei nur kleiner Fluktuation aufgrund des hohen Aggregationsniveaus
  - CO profitiert auf Grund des Bündelungsgewinns durch gemeinsam genutzte Linkkapazitäten
- ▷ Zugrunde liegende Annahme:  
Die durchschnittliche Verkehrsrate ist konstant

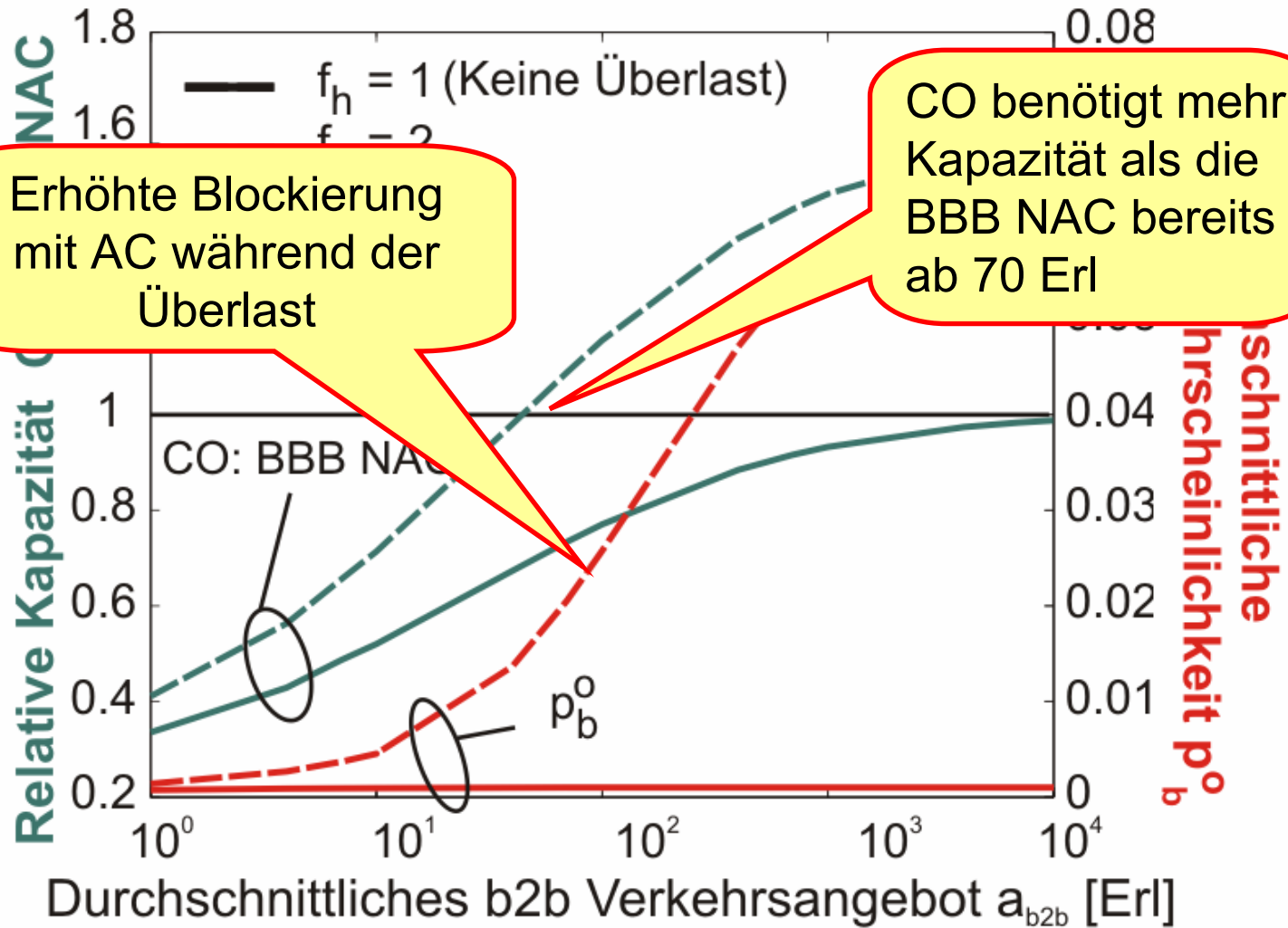
## → Hot Spot Szenarios

- Gesamtlast im Netz konstant
- Stadtgröße erhöht um Hot Spot Faktor  $f_h$
- Mit Wahrscheinlichkeit 1/365
- Gesteigerte Attraktivität hinsichtlich des Verkehrs einzelner Knoten

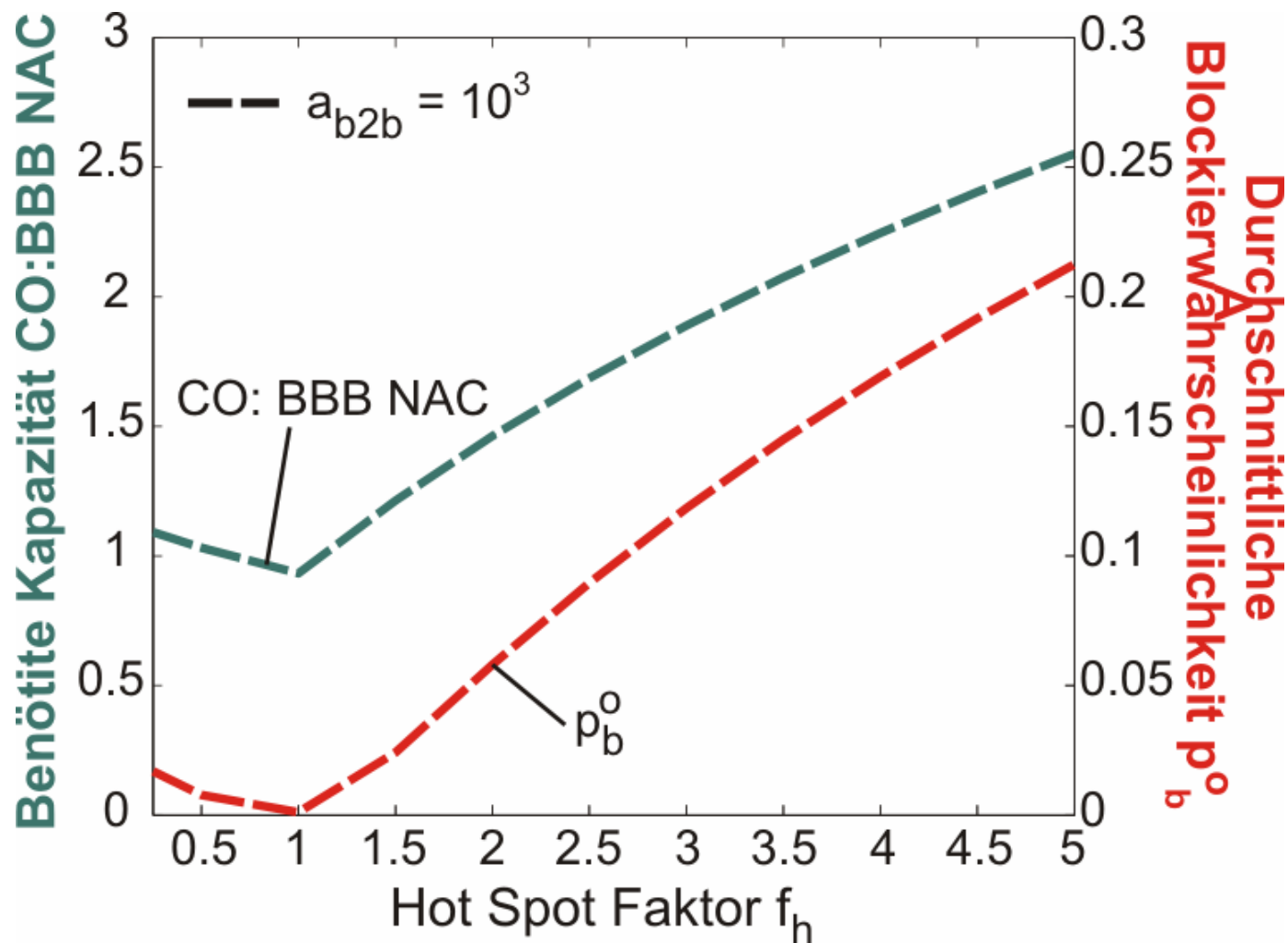
# Berücksichtigung einzelner Hot Spots im Netz



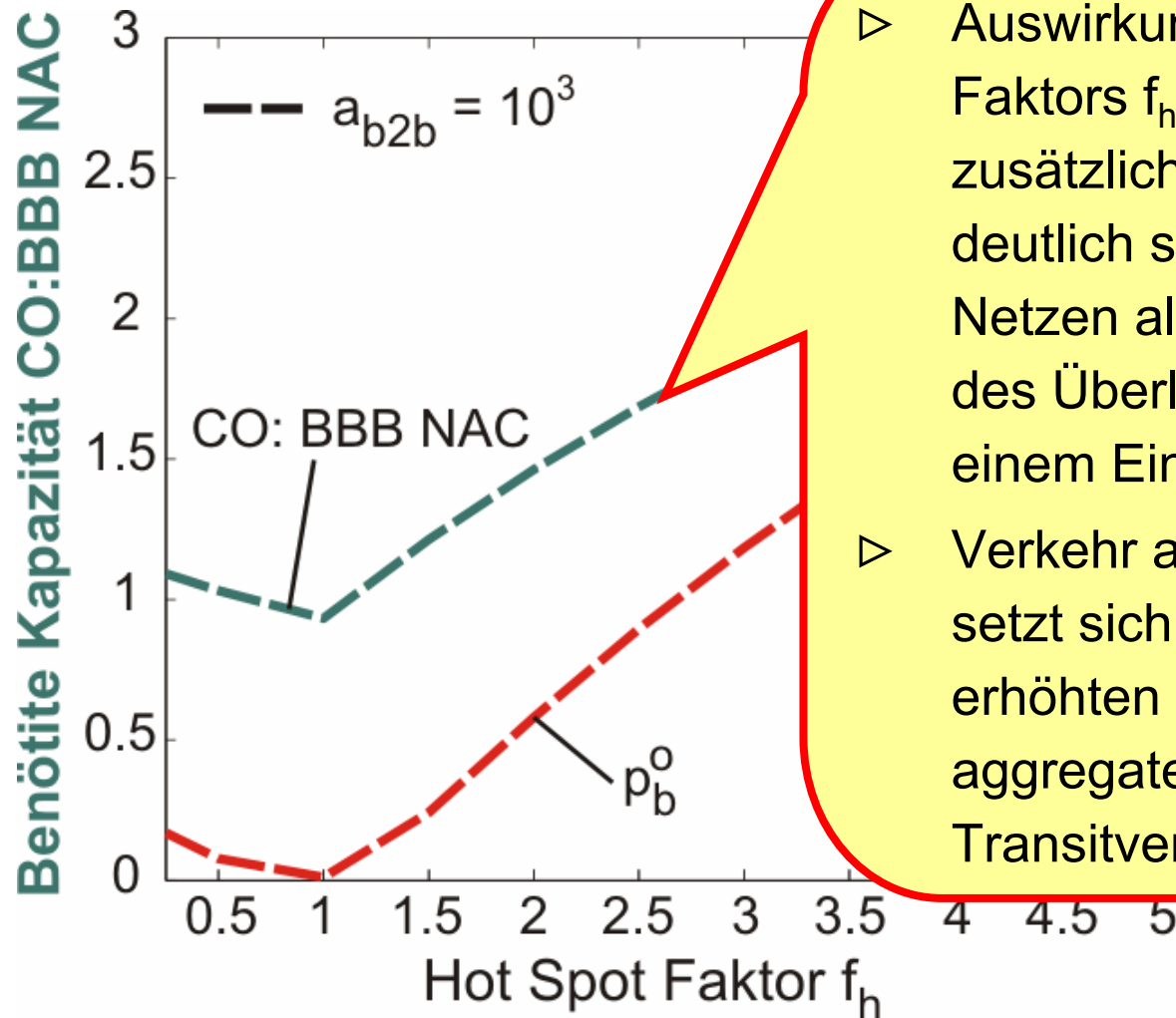
# Berücksichtigung einzelner Hot Spots im Netz



# Auswirkung von Hot Spots im Netz

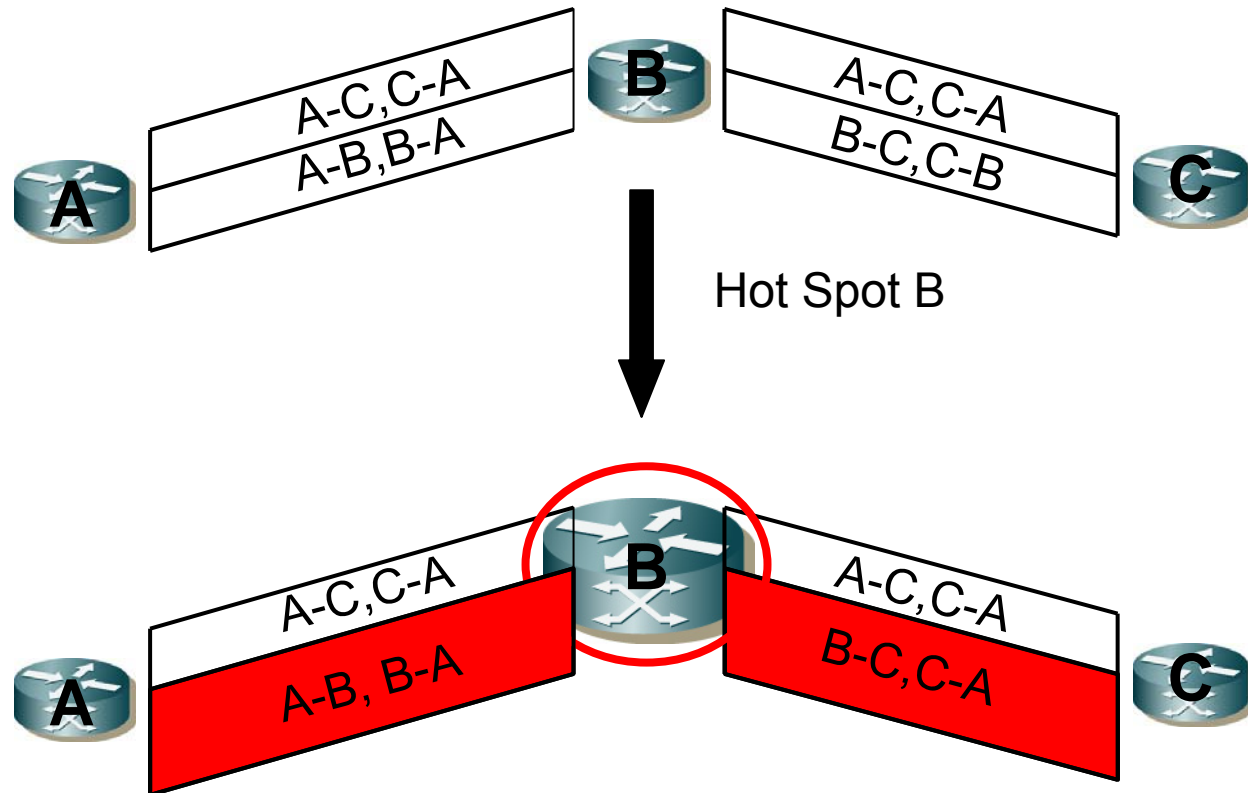


# Auswirkung von Hot Spots im Netz



- ▷ Auswirkung des Hot Spot Faktors  $f_h$  auf die zusätzliche Kapazität deutlich schwächer in Netzen als Auswirkung des Überlastfaktors  $f_l$  auf einem Einzellink
- ▷ Verkehr auf Links im Netz setzt sich zusammen aus erhöhten Verkehrsaggregaten und Transitverkehr

# Auswirkung von Hot Spots im Netz



# Fazit

---

- ▷ Was wir gemacht haben:
  - Keine Vorhersage über die Größenordnung der Überlast.
  - Analyse der Auswirkungen wenn Überlast eintritt.
- ▷ Untersuchung Einzellink
  - CO benötigt nur wenig zusätzliche Kapazität
  - Überlastmodell: Kapazität skaliert mit dem Überlastfaktor
- ▷ Untersuchung Netz
  - CO benötigt weniger Kapazität als die BBB NAC durch höheren Bündelungsgewinn
  - Neues Verkehrsmodell: Einzelne Hot Spots mit konstanter Gesamtlast
  - Auswirkung der Hot Spot Faktoren auf die Kapazität für CO in Netzen geringer als Auswirkung des Überlastfaktors auf einzelnen Links
- ▷ Weitere Arbeiten/Ausblick:
  - Vergleich LB NAC und CO
  - Analyse der benötigten Kapazität für Szenarien mit Überlast und Ausfällen