

TCP Congestion Control in Reno/CUBIC

Von Niklas Häger

Inhalt

1. TCP Reno

- Entwicklung
- Funktionsweise

2. TCP CUBIC

- Entwicklung
- Funktionsweise
- Fairness

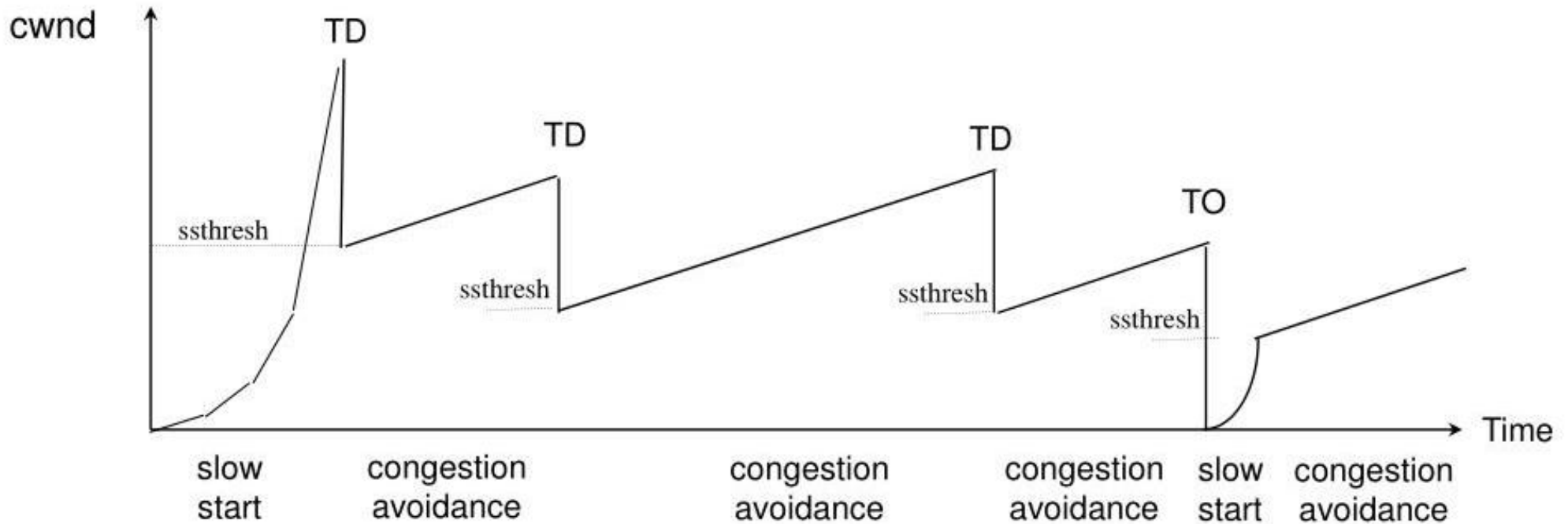
3. Vergleiche verschiedener TCP-Protokolle

4. Fazit

1. TCP Reno - Entwicklung

- Weiterentwicklung von TCP Tahoe
- Bessere Nutzung der Bandbreite durch unterscheiden zwischen schwerer und leichter Stausituation
- Schwere Stausituation: RTO (retransmission timeout) → slow start
- Leichte Stausituation: wenn 3 oder mehr duplicate ACKs beim Sender ankommen → fast retransmit (slow start wird übersprungen)

1. TCP Reno - Funktionsweise

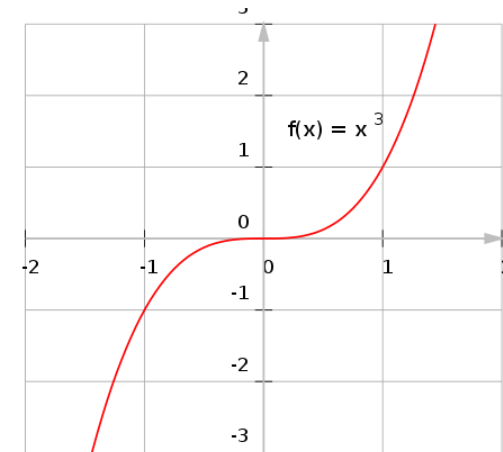


TD: Triple duplicate acknowledgements

TO: Timeout

2. TCP CUBIC – Entwicklung und Funktionsweise

- CUBIC ist eine weniger aggressive abgewandelte Form von TCP BIC
- CUBICs Staukontrolle hängt nur vom packet loss ab
- Das congestion window (CWnd) wird dabei über eine kubische Zeitfunktion in Abhängigkeit vom letzten Stau berechnet
- Dadurch gibt es einen konkaven Teil und einen konvexen Teil
- Konkaver Teil: CWnd wird schnell erhöht bis zu dem Punkt wo der letzte Stau auftrat
- Konvexer Teil: sehr ähnlich zum slow start → ab hier testet CUBIC ob sich der Stau gelöst hat und das CWnd erhöht werden kann
- CUBIC verweilt dabei relativ lange an der Stelle des letzten Staus → Netzwerk stabilisiert sich, bevor CUBIC versucht die Bandbreite zu erhöhen



2. TCP CUBIC – Formel

$$CW_{nd} = C * (T - K)^3 + W_{max}$$
$$K = \sqrt[3]{\frac{W_{max} * (1 - \beta)}{C}}$$

CW_{nd} – Congestion Window zum jetzigen Zeitpunkt

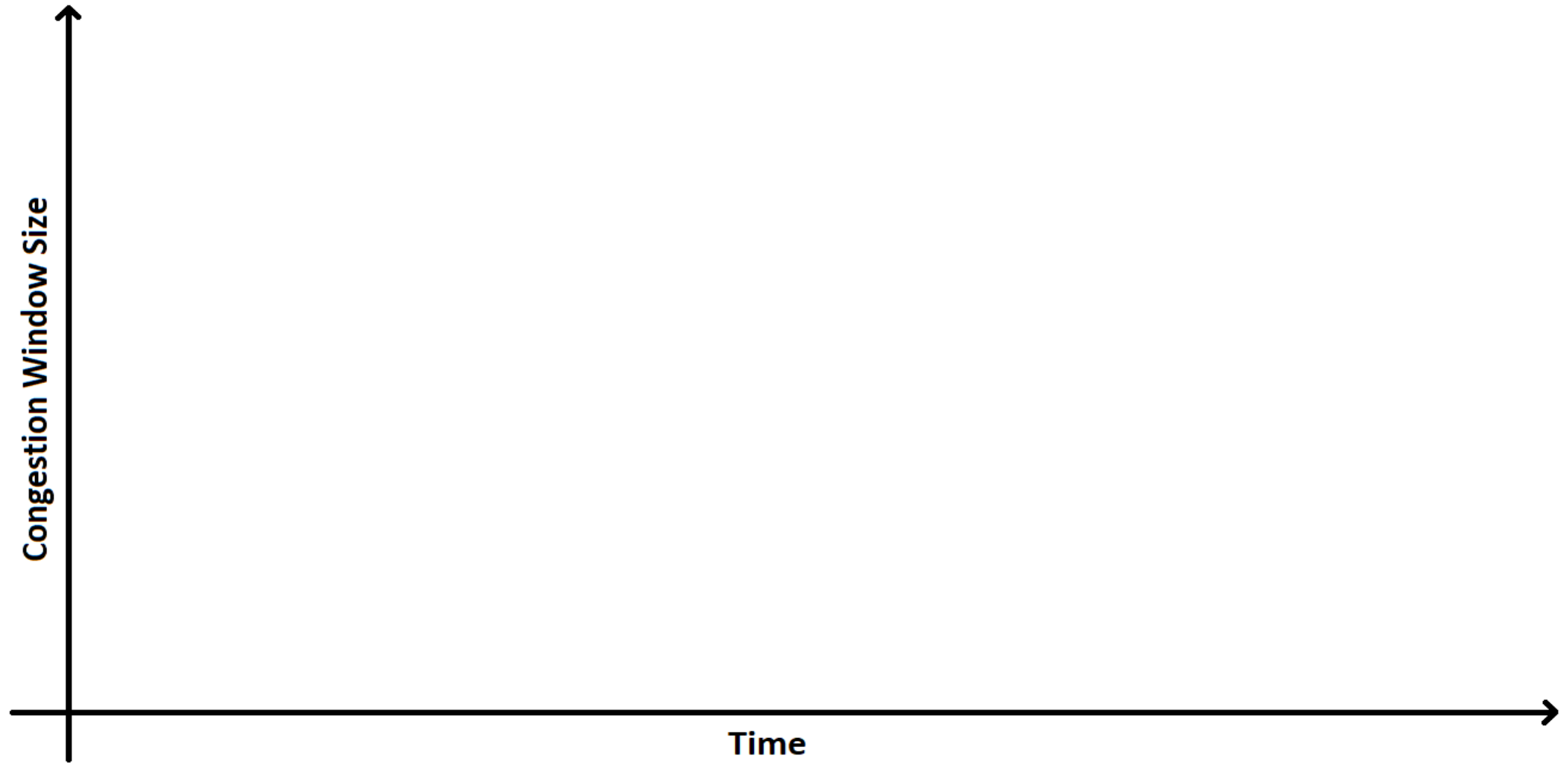
W_{max} – Window size vor dem letzten Stau

T – verstrichene Zeit seit dem letzten Stau

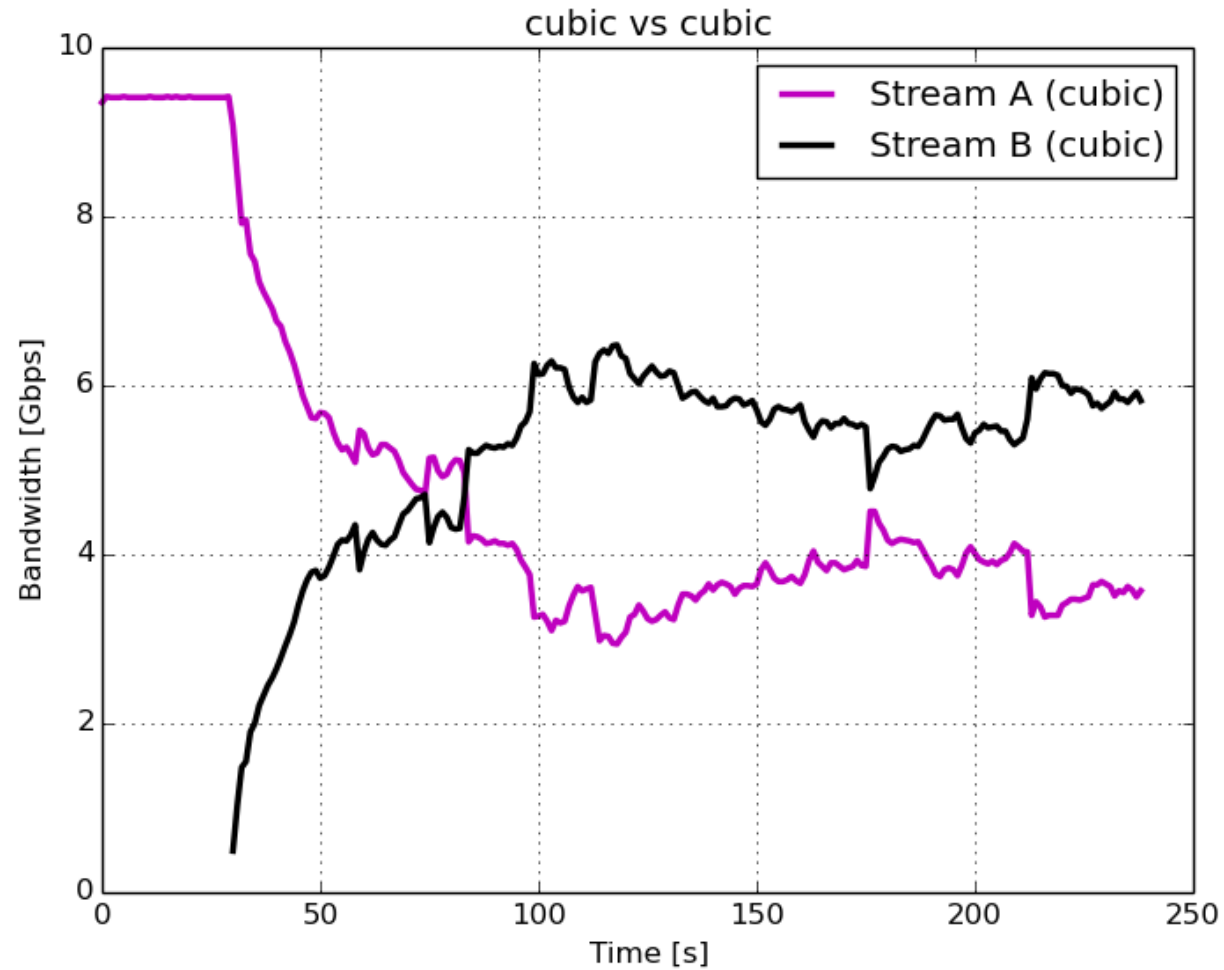
C – konstante zur Skalierung (meistens 0,4)

β – Multiplikativer Abnahmefaktor (meistens 0,7)

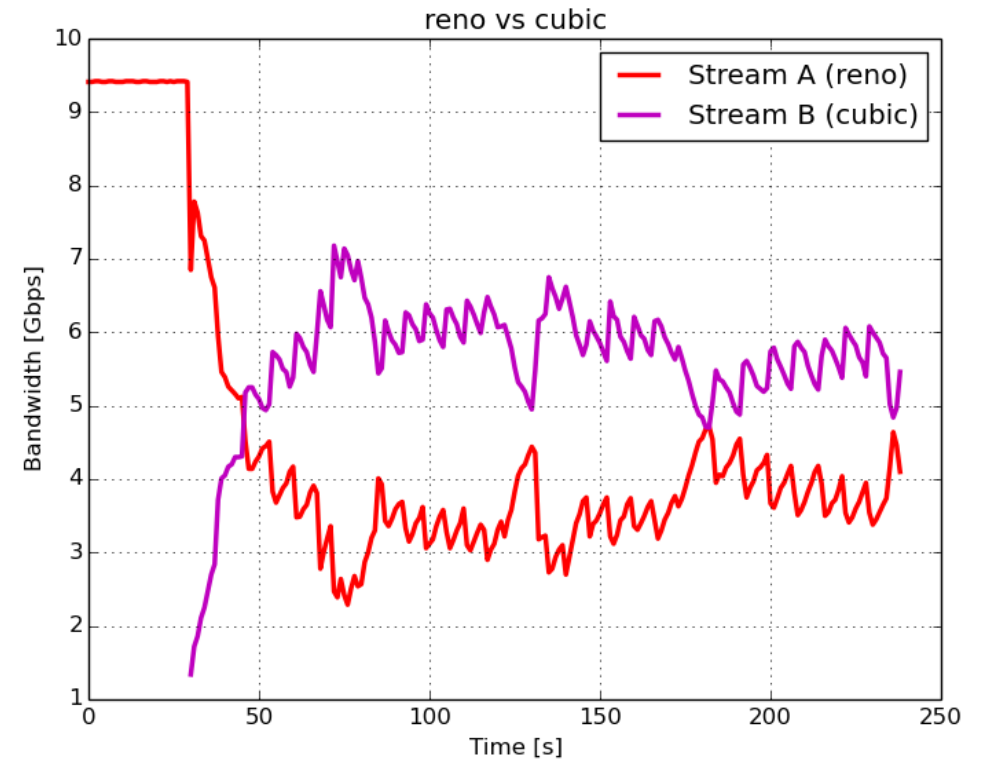
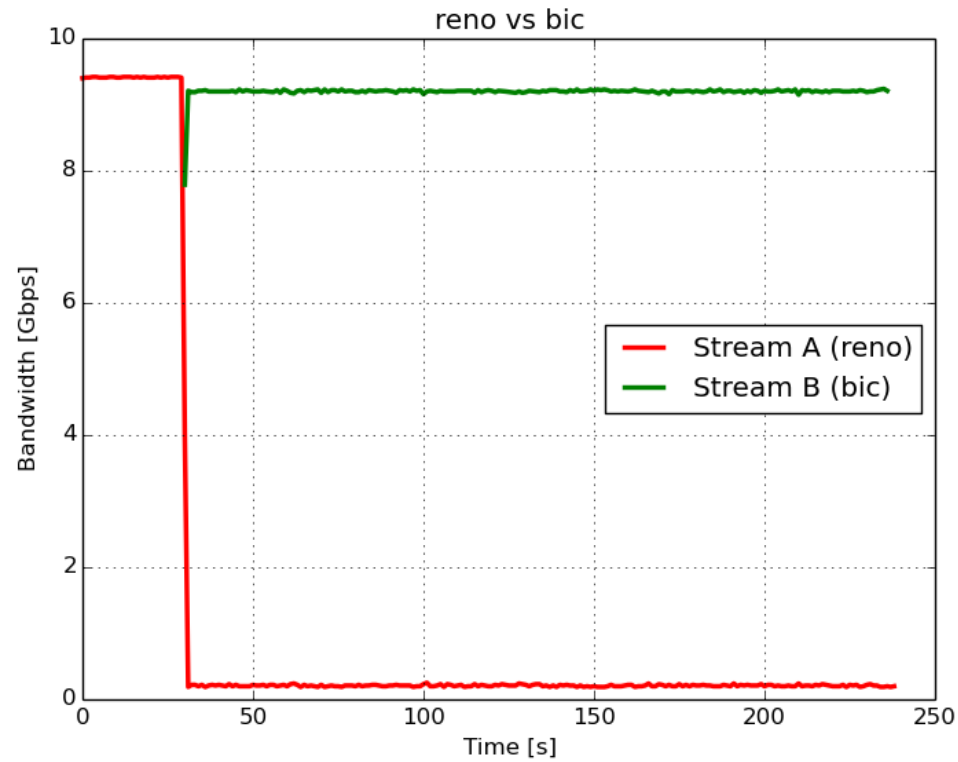
2. TCP CUBIC – Congestion Window



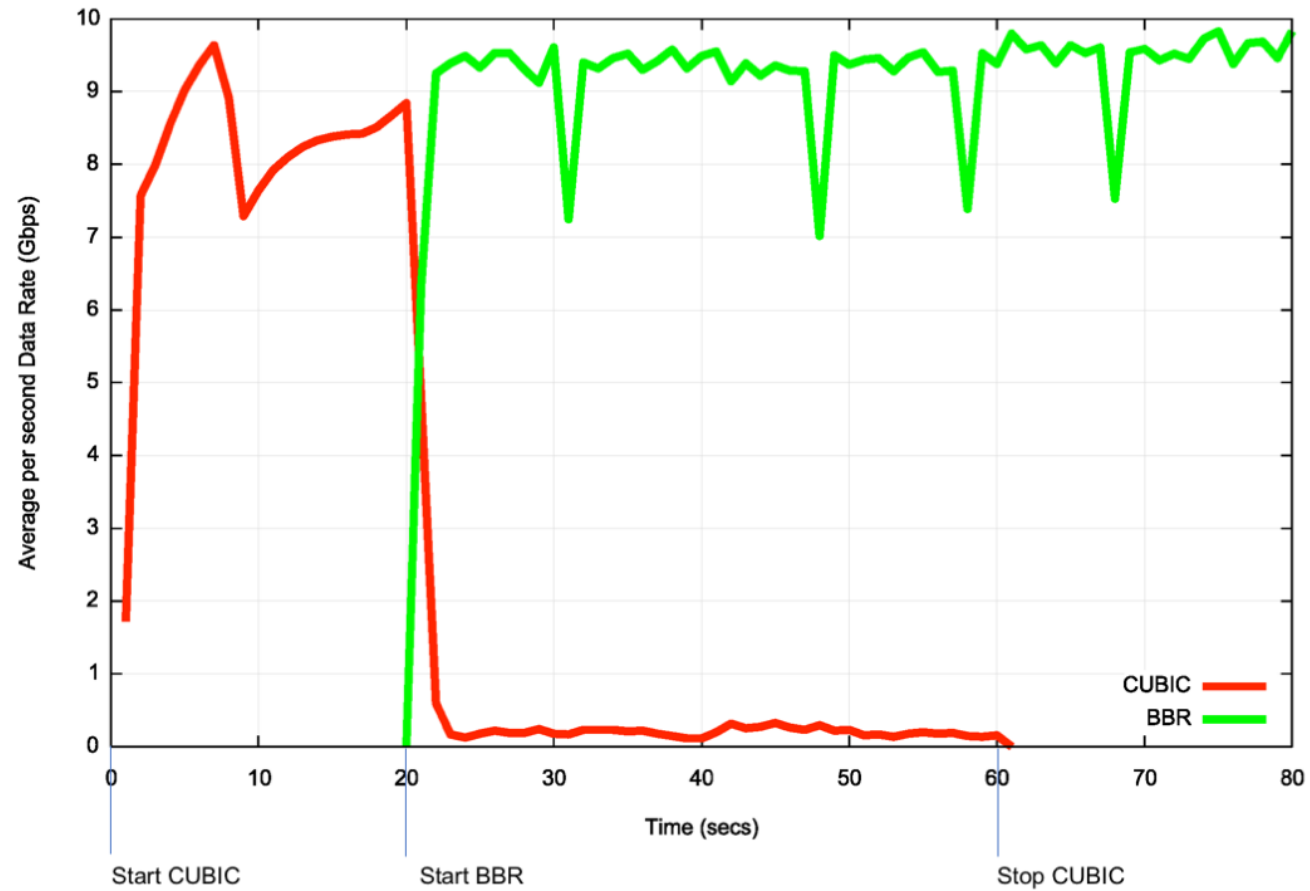
2. TCP CUBIC - Fairness



3. TCP CUBIC/Reno/BIC Fairness



3. TCP CUBIC vs BBRv1



4. Quellen

- [Wikipedia TCP Congestion Control](#)
- [Youtube CUBIC TCP](#)
- [tu-berlin.de](#)
- [slideserve.com](#)
- [Wikipedia AIMD](#)
- [indico.cern.ch](#)
- [Wikipedia CUBIC TCP](#)
- [Wikipedia BIC TCP](#)
- [labs.ripe.net](#)