

# Staukontrolle durch Active Queue Management

Thomas Fischer, Dominik Billing

**Zusammenfassung**—Dieser Artikel beschreibt die Problematik im Internet, die durch den Einsatz von konventioneller Staukontrolle in Routern und die Struktur des Internets hervorgerufen wird. Die Problematik konventioneller Staukontrolle liegt darin, dass Pakete wahllos fallen gelassen werden und es auf diese Art zu großem Overhead kommt, der durch Flaschenhälse im Internet noch provoziert wird.

Wir werden als Lösung für das Problem der Staukontrolle im Internet Active Queue Management herausarbeiten. Hierbei werden Pakete nicht wahllos fallen gelassen, sondern im Gegensatz alle Flüsse gleich behandelt und nachfolgende Router mittels markierter Pakete darüber informiert, dass es zu Staus kommen kann. Active Queue Management ist der Überbegriff von Methoden, um die mittlere Pufferauslastung der Router möglichst gering zu halten. Anschließend werden wir die Active Queue Management Methoden RED, BLUE, PI und ECN vorstellen und miteinander vergleichen.

## I. EINFÜHRUNG UND MOTIVATION

- Problem  
Das Internet hat mittlerweile eine Größe erreicht, bei der man sich nicht mehr komplett auf Ende-zu-Ende Staukontrolle verlassen kann [1]. Sehr viele Router stellen aufgrund der sternförmigen Struktur des Internets Flaschenhälse dar.
- Problemstellung  
Die mittlere Pufferauslastung soll gering gehalten werden, um E2E Staukontrolle zu ermöglichen [2].

## II. STAUKONTROLLE IN NETZEN

- Vorschläge zur Staukontrolle  
Vorschläge zur Gewährleistung und Verbesserung der Internetperformance [3]
- congestion collapse  
Congestion collapse und wie es dazu führt [4].
- Warum ist das Problem so schwer zu identifizieren  
Was sind die Gründe für das Problem [5]?
- Mechanismen zur Staukontrolle in ATM Netzwerken  
Auswahlkriterien zwischen den beiden Ansätzen rate-based und credit-based [6].
- Standard TCP Verhalten bei Staus  
Warum ist es keine gute Idee TCP die Staukontrolle selbst zu machen [7]? Gleichbehandlung aller Datenströme [8].
- Explicit Congestion Notification  
Vor- und Nachteile von ECN bei TCP [9]
- Router Mechanismen zur Staukontrolle  
Vor- und Nachteile von normaler Staukontrolle in Routern [1]
- Überleitung zu Active Queue Management  
Active Queue Management ist eine Lösungsansatz zur Staukontrolle [10]

## III. DEFINITION UND ANWENDUNG VON ACTIVE QUEUE MANAGEMENT

- Effizientes Active Queue Management in Internet Routern [11]
- Dimensionierung von Router Puffern [12]
- Stochastische Modellierung und die Theorie von Queues [13]
- Analyse und Simulation eines gleichbehandelnden Queue Algorithmus [14]

## IV. DIE GÄNGIGSTEN ACTIVE QUEUE MANAGEMENT ALGORITHMEN

- RED (Random Early Detection) [15] [16]  
Adaptive RED[17]
- BLUE [18]
- ECN [19]
- PI Controller [20]

## V. VERGLEICH DER VORGESTELLTEN ALGORITHMEN

- Vergleich RED, ARED, PI [2]
- Vergleich RED, PI [21]
- Vergleich RED, BLUE, ARED, ECN, PI [10]

## VI. AUSBLICK UND ANDERE ANSÄTZE

- Ein wirklich optimaler Algorithmus muss noch gefunden werden [10]
- Statt Staukontrolle andere Wege suchen (CHOCe) [22]

## LITERATUR

- [1] S. Floyd und K. Fall, "Router mechanisms to support end-to-end congestion control," Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley CA, Tech. Rep., 1997.
- [2] L. Le, J. Aikat, K. Jeffay, und F. Smith, "The effects of active queue management on web performance," in *Proceedings of the 2003 Conference on Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communications*, Ser. SIGCOMM '03. ACM, 2003.
- [3] B. Braden, D. Clark, J. Crowcroft, B. Davie, S. Deering, D. Estrin, S. Floyd, V. Jacobson, G. Minshall, C. Partridge, L. Peterson, K. Ramakrishnan, S. Shenker, J. Wroclawski, und L. Zhang, "Recommendations on queue management and congestion avoidance in the internet," United States, 1998.
- [4] J. Nagle, "Congestion control in ip/tcp internetworks," *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 14, Nr. 4, pp. 11–17, Okt. 1984. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1024908.1024910>
- [5] R. Jain, "Congestion control in computer networks: issues and trends," *Network, IEEE*, vol. 4, Nr. 3, pp. 24–30, Mai 1990.
- [6] —, "Congestion control and traffic management in atm networks: Recent advances and a survey," *Comput. Netw. ISDN Syst.*, vol. 28, Nr. 13, pp. 1723–1738, Okt. 1996. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1016/0169-7552\(96\)00012-8](http://dx.doi.org/10.1016/0169-7552(96)00012-8)
- [7] R. Morris, "Tcp behavior with many flows," in *Proceedings of the 1997 International Conference on Network Protocols (ICNP '97)*, Ser. ICNP '97. IEEE Computer Society, 1997.

- [8] B. Suter, T. Lakshman, D. Stiliadis, und A. Choudhury, "Design considerations for supporting tcp with per-flow queueing," in *INFOCOM '98. Seventeenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*, vol. 1, Mär. 1998, pp. 299–306vol.1.
- [9] S. Floyd, "Tcp and explicit congestion notification," *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 24, Nr. 5, pp. 8–23, Okt. 1994.
- [10] K. Graffi, K. Pussep, N. Liebau, und R. Steinmetz, "Taxonomy of active queue management strategies in context of peer-to-peer scenarios," Technische Universität Darmstadt, Tech. Rep., 2007.
- [11] B. Suter, T. Lakshman, D. Stiliadis, und A. Choudhury, "Efficient active queue management for internet routers," in *Proceedings of INTEROP, Engineering Conference*, 1998.
- [12] G. Appenzeller, I. Keslassy, und N. McKeown, "Sizing router buffers," *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 34, Nr. 4, pp. 281–292, Aug. 2004.
- [13] R. Wolff, *Stochastic modeling and the theory of queues*. Prentice Hall, 1998.
- [14] A. Demers, S. Keshav, und S. Shenker, "Analysis and simulation of a fair queueing algorithm," *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 19, Nr. 4, pp. 1–12, Aug. 1989.
- [15] S. Floyd und V. Jacobson, "Random early detection gateways for congestion avoidance," *Networking, IEEE/ACM Transactions on*, vol. 1, Nr. 4, pp. 397–413, Aug. 1993.
- [16] V. Firoiu und M. Borden, "A study of active queue management for congestion control," in *INFOCOM 2000. Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*, vol. 3, Mär. 2000, pp. 1435–1444vol.3.
- [17] S. Floyd, R. Gummadi, und S. Shenker, "Adaptive red: An algorithm for increasing the robustness of red's active queue management," AT&T Center for Internet Research at ICSI, Tech. Rep., 2001.
- [18] W. Feng, K. Shin, D. Kandlur, und D. Saha, "The blue active queue management algorithms," *IEEE/ACM Trans. Netw.*, vol. 10, Nr. 4, pp. 513–528, Aug. 2002.
- [19] K. Ramakrishnan, S. Floyd, und D. Black, "The addition of explicit congestion notification (ecn) to ip," United States, 2001.
- [20] C. Holot, V. Misra, D. Towsley, und W.-B. Gong, "On designing improved controllers for aqm routers supporting tcp flows," in *INFOCOM 2001. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*, vol. 3, 2001, pp. 1726–1734vol.3.
- [21] S. Kunniyur und R. Srikant, "Analysis and design of an adaptive virtual queue (avq) algorithm for active queue management," *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 31, Nr. 4, pp. 123–134, Aug. 2001.
- [22] R. Pan, B. Prabhakar, und K. Psounis, "Choke - a stateless active queue management scheme for approximating fair bandwidth allocation," in *INFOCOM 2000. Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*, vol. 2, 2000, pp. 942–951vol.2.
- [23] S. Athuraliya, S. Low, V. Li, und Q. Yin, "Rem: active queue management," *Network, IEEE*, vol. 15, Nr. 3, pp. 48–53, Mai 2001.