

# **Netzwerkstaukontrolle und die Arbeitsweise von verschiedenen Algorithmen in TCP**

von

Michał Roziel

Ein wissenschaftlicher Bericht im Rahmen der Vorlesung  
„Wissenschaftliches Arbeiten“  
an der htw saar im Studiengang Informatik

Saarbrücken, den 16. Juni 2025

# Abstract

Dieser Bericht zielt darauf ab, aktuell benutzte Algorithmen der Netzwerkstaukontrolle in Computernetzwerken zu vergleichen. In dem heutigen Stand von Rechnernetzen werden verschiedene Protokolle zur Netzwerkstaukontrolle genutzt, Ich werde mich im Rahmen dieses Berichts allerdings auf das Transmission Control Protocol beschränken, da dies das am meisten verbreitete ist.

Die Algorithmen der Staukontrolle, welche in diesen Vergleich einfließen sind : TCP Reno, TCP BBR, TCP Vegas, und TCP ECN.

Mittels des Netzwerk Emulators *MiniNet* wird ein virtuelles Netzwerk zwischen zwei Endpunkten aufgestellt, über welches ein Künstlicher Datenverkehr erzeugt wird. Der genannte Datenverkehr wird anschließend aufgezeichnet und dient somit als Basis für den Vergleich der Staukontrolle durch die verschiedenen Algorithmen. Die Auswertung, welche aus den Aufzeichnungen stammt, ermöglicht dem Leser ein tieferes Verständnis über Staukontrolle in Computernetzwerken zu erhalten.

# Selbstständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Insbesondere habe ich alle KI-basierten Werkzeuge angegeben, die ich bei der Erstellung, Übersetzung oder Überarbeitung des Textes verwendet habe.

Ich erkläre hiermit weiterhin, dass die vorgelegte Arbeit zuvor weder von mir noch von einer anderen Person an dieser oder einer anderen Hochschule eingereicht wurde.

Darüber hinaus ist mir bekannt, dass die Unrichtigkeit dieser Erklärung eine Benotung der Arbeit mit der Note „nicht ausreichend“ zur Folge hat und einen Ausschluss von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen zur Folge haben kann.

Saarbrücken, den 16. Juni 2025

Unterschrift Michal Roziel

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1. Grundlagen und Begriffe . . . . .	1
1.1.1. Transmission Control Protocol . . . . .	1
1.2. Algorithmen der Staukontrolle . . . . .	1
1.2.1. TCP Reno . . . . .	2
1.2.2. TCP BBR . . . . .	2
1.2.3. TCP Vegas . . . . .	2
1.2.4. TCP ECN . . . . .	2
1.3. Definitionen . . . . .	2
<b>2. Analyse und Bewertung</b>	<b>2</b>
2.1. Die Verwandlung . . . . .	2
<b>3. Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>2</b>
<b>4. Fazit und Schlussfolgerungen</b>	<b>2</b>
4.1. Offene Fragen . . . . .	2
4.2. Diskussion . . . . .	2
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Anhang</b>	<b>4</b>
<b>A. Datenmaterial</b>	<b>4</b>
<b>B. Web-Standards</b>	<b>4</b>

# 1. Einleitung

Netzwerkstaukontrolle (Englisch : *Network congestion control*, *CC* ) ist ein essentieller Bestandteil der meisten modernen Computernetzwerke. Wenn eine Netzwerkschnittstelle zu einem Zeitpunkt versucht eine zu große Menge an Datenpaketen aufzunehmen, kommt es zu Stau von Datenverkehr und zu einem potentiellen Verlust von Datenpaketen. Aufgrund diesem Vorkommen werden Algorithmen innerhalb von Netzwerkprotokollen verwendet, diese erkennen den Anstau von Datenverkehr im Netzwerk, und helfen den Fluss von Datenpaketen zu steuern. Neben dem effizienten Durchfluss von Informationen ist zeitgleich auch die Fairness, was die Verteilung von Ressourcen einer Netzwerkschnittstelle an ihre Hosts angeht, wichtig. Auch dies wird von CC-Algorithmen gewährleistet.

Mit stets weiterentwickelten Rechnernetzen, und einem jährlich zunehmenden Datenverkehr, wie auch in der Deutschen Internetschnittstelle *DE-CIX* [DC25] in Frankfurt gewinnen diese Algorithmen an Bedeutung.

## 1.1. Grundlagen und Begriffe

### 1.1.1. Transmission Control Protocoll

Das Transmission Control Protocoll (Deutsch : *Übertragungssteuerungsprotokoll*, *TCP*) ist ein weit verbreitetes Netzwerkprotokoll. TCP lässt sich in zu der Schicht 4 (Transportschicht) in dem OSI-Modell einordnen, hierbei liegt es zwischen der Vermittlungs- und Kommunikationsschicht.

Es wurde 1981 unter RFC 793 erstmals standardisiert.

Die Aufgaben des TCP Protokolls ist es, zwischen mindestens zwei Hosts eine Verbindung aufzubauen, welche anschließend dazu genutzt wird, Nachrichten in zu verschieken und zu empfangen.

'A transport-layer protocol [...] from an application's perspective, it is as if the hosts running the processes were directly connected;' [JF22, 241]. Dies Bedeutet, dass TCP ebenfalls eine gewisses Abstraktionsniveau des Nachrichtenaustausches abnimmt.

## 1.2. Algorithmen der Staukontrolle

Algorithmen der Staukontrolle kommen zum Einsatz, wenn in einem Netzwerk ein potentieller Datenstau erkannt wird. In diesem Fall treten diese Algorithmen in die Arbeitsweise congestion avoidance (Deutsch : *Vermeidung von Netzwerküberlastung*)

1.2.1. TCP Reno

1.2.2. TCP BBR

1.2.3. TCP Vegas

1.2.4. TCP ECN

1.3. Definitionen

2. Analyse und Bewertung

2.1. Die Verwandlung

3. Ergebnisse und Diskussion

4. Fazit und Schlussfolgerungen

4.1. Offene Fragen

4.2. Diskussion

## Literaturverzeichnis

- [DC25] DE-CIX. Traffic statistics frankfurt, 2025. Letzter Zugriff: 16. Juni 2025.
- [JF22] Keith W.Ross James F.Kurose. *Computer Networking: A Top-Down Approach*. Pearson, London, 8th edition, 2022.

# Anhang

A. Datenmaterial

B. Web-Standards

O