
Vorwort

Das Internetprotokoll in der Version 4 (IPv4) stammt aus dem Jahr 1981. In dieser Zeit waren bereits lokale Netze mit einigen Mbit/s verfügbar. Diese privaten Netze wurden über Festverbindungen oder öffentliche Datennetze, basierend auf X.21- oder X.25-Schnittstellen, mit einigen kbit/s untereinander verbunden. Die öffentlichen Netze basierten zu dieser Zeit nicht auf dem Internetprotokoll; sie dienten dazu, die Systeme der privaten Netze miteinander über große Entfernungen zu vernetzen. Das Internet war in dieser Zeit ein sehr einfaches Netz. Inzwischen ist das Internet für immer mehr Dienste und Anwendungen eine universelle Plattform geworden und es wird mehr als der einfache Transport von Daten von diesem Netz erwartet. Echtzeit-Anwendungen wie Voice over IP (VoIP), die Kommunikation von Maschinen im Ansatz der Industrie 4.0 und viele andere Anwendungen haben sehr spezielle Anforderungen an ein universelles Transportnetz. Viele neue Protokolle und zusätzliche Mechanismen in den Netzelementen versuchen diese wachsenden Forderungen zu erfüllen und erweitern damit die ursprünglichen Netzeigenschaften. Das Netz wird damit immer komplizierter. Lange konnten die Steigerungen der Übertragungsgeschwindigkeiten diesen Zuwachs an Funktionen im Netz tragen. Die hohen Geschwindigkeiten bringen aber wieder neue Probleme, weil die Zeit damit immer geringer wird, innerhalb der Netzelemente die gewünschte Zieladresse interpretieren und eine Entscheidung treffen müssen, über welchen Ausgangsport das Paket weitergeleitet wird.

Die Technik des Software-defined Networking (SDN) versucht hier einen neuen Ansatz. SDN ist kein neues Netz, es ist kein neues Protokoll, es ist vielmehr ein neuer Ansatz, auf der Basis der vorhandenen Protokolle formbare Netze zu schaffen, die sich durch ein kontinuierliches Monitoring auf die augenblicklichen Netzbelastungen einstellen können. SDN kann für diverse Anwendungen, Netz-Architekturen und ganz unterschiedliche Verkehrsprofile eingesetzt werden. SDN ist aber auch die konsequente Weiterentwicklung der Virtualisierung über die Grenzen des eigenen privaten Netzes hinaus. Dies ermöglicht die Bildung komplexer, verteilter Netze mit einer großen Leistungsfähigkeit. SDN ist auch eine sehr flexible Plattform, neue Dienste und Anwendungen im und am Netz performant bereitzustellen. SDN ermöglicht dabei von den ersten Versuchen mit nur wenigen Nutzern bis zu kurzfristigen Modeerscheinungen, die plötzlich von einer sehr großen Zahl von Anwendern aufgerufen, werden leistungsfähige Netze mit kurzen Reaktionszeiten bereitzustellen. Durch die steuerbaren Netzelemente des SDN können private, separierte Netze, innerhalb von großen Betreiber-Netzen eingerichtet werden. Zu diesen privaten Netzen können virtuelle Netzelemente für die Backbone-Vernetzung zwischen verschiedenen Standorten und/oder virtuelle Server gehören, die sich den Anforderungen anpassen (Infrastructure as a Service – IaaS). Auch in dem Bereich der Security bietet SDN einige Vorteile: es kann keine Verbindung geben, die nicht von einem zentralen Controller autorisiert wurde. Dem klassischen Internet genügte eine IP-Adresse, um Pakete zum Ziel zu leiten, das reicht in SDN-Netzen nicht. Der Controller prüft das Ziel *und* die Quelle der Kommunikation, er beobachtet den Traffic und kann dadurch ggf. ein auffälliges Verhalten einer Anwendung erkennen und die weitere Kommunikation verhindern.

Das Buch gibt einen technischen Überblick über die Funktionen des Software-defined Networking. Es versucht die technische Zusammenhänge verständlich darzustellen. Diese Darstellungen sind kein Ersatz für verfügbare technische Spezifikationen oder Leistungsbeschreibungen von Herstellern oder Netzanbietern. Die dargestellten Verkehrseigenschaften wurden bei-

spielhaft ausgewählt. Sie basieren auf einer Vielzahl von Messungen, die im Rahmen von Abschlussarbeiten an der Technischen Hochschule Nürnberg durchgeführt wurden.

Allgemeine Messungen der Summe des Verkehrs in einem lokalen Netz ist aus Datenschutzgründen nicht zulässig, das bedeutet, dass wir heute nicht genau wissen, wie der Verkehr in diesen Netzen aussieht, welche Anwendungen genutzt werden, welche Anforderungen aus diesen resultieren und wie bestimmte Verkehrsmuster andere Kommunikationen in ihren Eigenschaften beeinflussen. Aus diesem Grund wurden viele Abschlussarbeiten im Bereich von isolierten Messungen einzelner Anwendungen durchgeführt. Dies bedeutet, dass zu keinem Zeitpunkt der Datenverkehr von Unternehmen oder Menschen aufgezeichnet wurden. Die einzelne Anwendung wurde auf einem eigenen, isolierten einzelnen Rechner durchgeführt und nur dieser Verkehr wurde aufgezeichnet und zusätzlich anonymisiert (IP-Adressen und alle Inhalte wurden entfernt). Unterstützt wurden viele dieser Messungen durch die Mitgliedsfirmen des VAF Bundesverband Telekommunikation e.V. in Hilden.

Danksagungen

Für die Unterstützung möchte ich dem VAF Bundesverband Telekommunikation e.V. in Hilden danken. Insbesondere gilt mein Dank dem persönlichen Einsatz des Geschäftsführers des VAF, Herrn Martin Bürstenbinder. Seiner Initiative ist es zu verdanken, dass Studenten der TH-Nürnberg Messungen in den VAF-Mitgliedsfirmen durchführen konnten und inzwischen zwei Studenten im Masterstudium an der TH-Nürnberg finanziell unterstützt wurden.

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts, die vielen Anregungen und die Bereitstellung weiterführender Informationen und die vielen gemeinsamen Diskussionen möchte ich Herrn Mathias Hein danken. Für die wertvollen Hinweise und Korrekturen zur ersten Auflage möchte ich weiterhin Herrn Axel Clauberg von der Deutschen Telekom sowie Herrn Sebastian Hein von der Aruba a Hewlett Packard Enterprise company danken.

Die überaus gelungene Realisierung und die wieder absolut hervorragende und reibungslose Zusammenarbeit mit dem Verlag ist Herrn Bernd Schultz zu verdanken. Zum Abschluss danke ich meiner Frau Renate und meinem Sohn Jan für ihr Verständnis und ihre Unterstützung.

Stuttgart, im Herbst 2023

Gerd Siegmund