

# Software-Defined Networking

Computernetzwerke bilden eine wichtige technologische Grundlage für viele bedeutende Anwendungen sowohl im Unternehmensumfeld als auch im privaten Bereich. Eine erhebliche Vereinfachung des Managements solcher Netzwerke verspricht man sich von einem neuen Ansatz für deren Architektur, dem sogenannte Software-Defined Networking (SDN). SDN wird von einigen Unternehmen bereits genutzt, steht aber insgesamt noch am Anfang seiner Entwicklung.

Die Weiterleitung von Daten in Computernetzwerken erfolgt über sogenannte Router bzw. Switches. Bei herkömmlichen Netzwerken weisen diese Geräte gleichzeitig Funktionalitäten auf zwei unterschiedlichen Ebenen auf. Erstens wird auf der Control Plane ermittelt, wie das Routing von Datenpaketen geschieht, d. h. auf welchem Weg ein Datenpaket im Netzwerk von seinem Ausgangspunkt zu seinem Ziel gelangt. Zweitens werden auf der Data Plane die Datenpakete nach den Vorgaben der Control Plane weitergeleitet. Dabei entscheidet jeder Router unabhängig von den anderen, zu welchem Router er ein Datenpaket als Nächstes weiterleitet. Dafür verfügt jeder Router über ein gewisses Maß an eigener Intelligenz. Beim SDN dagegen enthalten die Switches, die hier die Datenpakete weiterleiten, keine solche Intelligenz. Hier wird die Control Plane von der Data Plane entkoppelt und in einer externen Komponente, dem SDN-Controller, zusammengefasst. Die Intelligenz des Netzwerks ist dann im Wesentlichen in diesem SDN-Controller enthalten, der außerdem über eine globale Sicht auf das Netzwerk verfügt.

Im Vergleich zu herkömmlichen Netzwerken bietet SDN eine Reihe von Vorteilen. So ermöglicht es eine Programmierbarkeit des Netzwerks mit Hilfe von standardisierten Programmierschnittstellen. Daher kann ein SDN-basiertes Netzwerk durch entsprechende Programmierung weiterentwickelt werden, ohne die dem Netzwerk zugrundeliegende Hardware verändern zu müssen. Außerdem kann SDN das Netzwerk-Management erheblich vereinfachen, da z.B. für die Umsetzung von Richtlinien im

Netzwerk nicht mehr jedes Netzwerkgerät einzeln auf der Grundlage von hersteller-spezifischen Befehlen konfiguriert werden muss. Ein weiterer Vorteil von SDN ist der mögliche Einsatz von marktüblicher Standard-Computerhardware, wodurch es leichter ist, von allgemeinen Leistungssteigerungen in der Informationstechnologie zu profitieren. Außerdem können SDN-Switches in Abhängigkeit von ihrer Programmierung nicht nur als Router bzw. Switch eingesetzt werden, sondern auch als ein anderes Netzwerkgerät. Hierzu zählen z. B. Firewalls, mit deren Hilfe der Datenverkehr in einem Netzwerk kontrolliert werden kann und unerlaubte Aktivitäten unterbunden werden können.

SDN lässt sich in einer Vielzahl von Anwendungen nutzen. Ein mögliches Anwendungsgebiet sind z.B. Unternehmensnetzwerke. Hier kann SDN u.a. dabei helfen, den Datenverkehr im Netzwerk zu überwachen oder die Leistungsfähigkeit des Netzwerks zu optimieren (Traffic Engineering), z.B. hinsichtlich einer gleichmäßigen Verteilung der anfallenden Arbeitslast auf mehrere Netzwerkverbindungen (Load Balancing). Ein weiteres Einsatzgebiet von SDN sind Rechenzentren, z.B. im Bereich der Netzwerkvirtualisierung. Eine Netzwerkvirtualisierung ist eine Abstraktion des Netzwerks in Form von virtuellen Netzwerkkomponenten, die von der physikalischen Netzwerkinfrastruktur entkoppelt sind. So können z. B. mehrere virtuelle Netzwerke auf einem einzigen physikalischen Netzwerk basieren. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise Netzwerkressourcen besser auf verschiedene Nutzer aufteilen.

SDN kann außerdem eingesetzt werden, um die Netzwerksicherheit zu verbessern, z.B. durch die bereits erwähnte Möglichkeit, jeden Switch auch als Firewall nutzen zu können. Darüber hinaus erlaubt es SDN, in einfacher Weise Informationen über den Datenverkehr zu sammeln. Diese Informationen lassen sich z.B. einsetzen, um Angriffe zu erkennen, die das Ziel haben, ein Computersystem durch eine Flut von Netzwerkanfragen zu überlasten (Denial-of-Service-Angriffe). Im Bereich der Funknetze, wie z. B. Mobilfunknetze oder

WLANs (Wireless Local Area Networks), könnte SDN z.B. einen einfacheren Ansatz darstellen, um es Nutzern zu ermöglichen, sich nahtlos zwischen verschiedenen Funknetzinfrastrukturen zu bewegen, die durch unterschiedliche Anbieter betrieben werden.

SDN wird teilweise bereits in Unternehmen eingesetzt, z.B. im Bereich des Traffic Engineering. Erste kommerzielle Produkte sind ebenfalls bereits verfügbar. So bieten viele Hersteller von Switches z.B. Produkte mit einer SDN-Unterstützung an. Darüber hinaus ist in Gestalt der Programmierschnittstelle OpenFlow mittlerweile ein erster Standard für die Kommunikation zwischen SDN-Controller und -Switches etabliert. Dennoch existieren noch einige technische Herausforderungen hinsichtlich SDN. Eine große Herausforderung besteht z.B. in der Skalierbarkeit dieses Ansatzes, d.h. inwieweit und in welcher Form er in der Lage ist, bei einer Vergrößerung des Netzwerks, z. B. einer Erhöhung der Anzahl der Switches, die zusätzliche Arbeitslast zu bewältigen. Aufgrund der Zentralisierung der Control-Plane-Funktionalität im SDN-Controller stellt dieser nämlich einen potenziellen Flaschenhals dar. Ein möglicher Ansatz, um die Skalierbarkeit zu verbessern, ist die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des SDN-Controllers, z.B. indem dieser physikalisch auf mehrere Systeme verteilt wird, was eine Parallelverarbeitung erlaubt.

Generell stellt SDN einen vielversprechenden neuen Ansatz für die Architektur von Netzwerken dar. Prinzipiell ist es zwar möglich, die beschriebenen Anwendungen von SDN auch auf der Basis herkömmlicher Netzwerktechnologien zu realisieren. Jedoch wäre dies mit einem deutlich höheren Aufwand verbunden, da sich z. B. herkömmliche Switches nicht einfach durch herstellerfremde Programme steuern lassen. Es ist daher davon auszugehen, dass SDN in Zukunft zunehmend Verbreitung finden wird. SDN kann dabei eine Schlüsseltechnologie für die Weiterentwicklung von Netzwerken sein, da sich auf dieser Basis neue Technologieansätze im Netzwerk-bereich einfacher verwirklichen lassen.

**Dr. Klaus Ruhlig**