

# Das Adaptive Network als Grundlage für individuelles, adaptives Lernen

Um unabhängig von Lernstil, Präferenzen und Lerntempo Chancengleichheit für alle Schüler und Studierenden zu gewährleisten, rufen Lehrer und Dozenten technologiegestützte adaptive Lerninitiativen ins Leben.

## Was versteht man unter adaptivem Lernen?

Im Rahmen der Weiterentwicklung des Bildungswesens entstand das Konzept einer adaptiven Lernstrategie, also einer technologiebasierten Lehrmethode, die darauf abzielt, den traditionellen Universal-Unterrichtsstil durch einen Ansatz zu ersetzen, der einen individuelleren Zuschnitt auf die einzelnen Schüler und Studierenden erlaubt. Dieser Ansatz nutzt Lerntechnologien der nächsten Generation für die Echtzeit-Analyse der Leistung der Schüler und Studierenden und ihrer Reaktionen auf digitale Inhalte, sodass die Wissensvermittlung basierend auf diesen Daten entsprechend angepasst werden kann. Für die Gewährleistung einer solchen Erfahrung kommen mehrere Technologien kombiniert zum Einsatz:

- Plattformen auf der Grundlage von künstlicher Intelligenz (KI)
- Streaming-Lösungen und archivierte Videos
- Digitale Lehrpläne
- Immersive Mixed-Reality-Lösungen
- Gamifizierungssysteme
- Kollaborationsplattformen
- Globale Forschungsprogramme
- Digitale Assistenten

Adaptives Lernen zielt auf das Emulieren und Ergänzen der Fähigkeiten von Lehrern und Dozenten ab, um jedem einzelnen Schüler und Studierenden die bestmögliche Lernerfahrung zu ermöglichen. Lehrer und Dozenten praktizieren nicht länger simplen Frontalunterricht, bei dem sie Schüler und Studierende, die im Klassenraum oder Hörsaal sitzen, mit Inhalten versorgen. Stattdessen nutzen sie fortschrittliche Entwicklungen im Bereich der Bildungstechnologie oder auch EdTech (für Education Technology), um durch Diskussionen, Projekte und Übungen die Interaktion und Zusammenarbeit zwischen physisch über die ganze Welt verteilten Schülern und Studierenden zu fördern.

Entscheidungsträger im Bildungswesen erkennen, dass das Kommunikationsnetzwerk des Schulbezirks für die Weiterentwicklung und Nutzung von Lernanwendungen der

nächsten Generation von entscheidender Bedeutung ist. Diese Anwendungen sind bandbreitenintensiv und latenzzeitsensitiv:

- AR/VR-Anwendungen können Verbindungen mit 700 Mbit/s erfordern.
- Für das Streaming von Videos wird pro Nutzer eine Übertragungsrate von 100 Mbit/s benötigt.
- Der Zugriff auf digitale Lehrpläne erfordert eine Übertragungsrate von 25 Mbit/s pro Nutzer.
- Bei der Durchführung von Physikexperimenten oder Versuchen aus dem Bereich der Genom-Forschung können Daten in der Größenordnung mehrerer Petabyte erzeugt werden. So kann eine einzige FASTQ-Datei des menschlichen Genoms mehr als 200 GB umfassen.

Individuell zugeschnittene Lernmöglichkeiten und fortschrittliche Technologien für die Wissensvermittlung führen zu einer völligen Neugestaltung des Lernumfelds, einem hohen Maß an Flexibilität in Unterricht und Lehre und letztendlich zu einer Verbesserung des Bildungsniveaus.

Die Mobilität von Schülern, Studierenden, Lehrern und Dozenten sowie cloudbasierte Technologien sprengen die Grenzen des physischen Klassenzimmers bzw. Hörsaals. Immer mehr Schüler und Studierende verfügen über mobile Geräte. Desktop-PCs wurden durch Laptops ersetzt, die nun von Tablets oder sogar High-End-Smartphones verdrängt werden.

Darüber hinaus ist der Bildungssektor durch eine immer größere geographische Diversität der Schüler, Studierenden, Lehrer und Dozenten gekennzeichnet, was sich nicht zuletzt durch das fortgesetzte Distanzlernen manifestiert. Auch das herkömmliche Konzept fester Unterrichts- bzw. Vorlesungszeiten steht auf dem Prüfstand, da sich Lehrer/Dozenten und Schüler/Studierende untereinander jederzeit und von jedem beliebigen Ort aus miteinander vernetzen können.

## Auswirkung auf die Netze

Die gleichzeitige Nutzung dieser bandbreitenintensiven Anwendungen in Kombination mit administrativen Applikationen setzt die Netze von Bildungsinstitutionen stark unter Druck. Bildungsinstitutionen, die auf diesen starken Anstieg des Datenverkehrs nicht vorbereitet sind, riskieren ungeplante Überlastungen des Netzwerks bis hin zu Ausfällen. Häufig geschieht das im denkbar schlechtesten Augenblick, beispielsweise bei gerade laufenden Online-Prüfungen.

Lernanwendungen werden in der Regel in einem Rechenzentrum im Bezirk oder in einer öffentlichen Cloud vorgehalten. Schüler/ Studierende, Lehrer/Dozenten und Kollaborationspartner müssen in Echtzeit auf diese Anwendungen zugreifen können, sei es nun vom Klassenraum bzw. Hörsaal, von unterwegs oder von zuhause aus. Eine schnelle, robuste und ständig verfügbare Konnektivität mit diesen Anwendungen – und das unabhängig von Ort, Zeit und genutztem Gerät – ist für einen individuell zugeschnittenen Lernansatz unabdingbar. Bandbreiteneinschränkungen, hohe Latenzzeiten oder Ausfälle können zu Unterrichtsausfällen führen, die Leistung der Schüler und Studierenden negativ beeinflussen und bei Lehrern und Dozenten Frustration hervorrufen. Bei einer Umfrage des Center for Digital Education gab beinahe ein Drittel aller Befragten aus einem K-12-Bezirk (Schulbezirk in den USA, der den Kindergarten bis hin zum Ende der Highschool abdeckt) an, dass ihnen die Zuverlässigkeit ihrer Netzwerke schlaflose Nächte bereitet.<sup>1</sup>

## Weitere Überlegungen in Bezug auf das Netzwerk

- **On-Demand-Fähigkeit** – Neue Lernanwendungen werden zu dynamischen Veränderungen der Datenverkehrsmuster sowie der Bandbreiten- und Latenzzeitanforderungen an den einzelnen Standorten führen. Dementsprechend müssen die Netze von vornherein flexibel und anpassungsfähig ausgelegt werden.
- **Edge-Computing** – Einige Anwendungen, die extrem niedrige Latenzzeiten erfordern, müssen in größtmöglicher Nähe zu den Nutzern vorgehalten werden, also an dem Ort, an dem Inhalte erstellt und konsumiert werden, und nicht in weit entfernten Rechenzentren.
- **Ende-zu-Ende-Überwachung des Datenverkehrs** – Schulbezirke sollten in der Lage sein, den Datenverkehr über das gesamte Netz vom Gebäude über ein bezirkweites oder regionales Wide Area Network (WAN) bis hin zum Internet-Serviceprovider zu überwachen.
- **Benutzerfreundlichkeit** – Netzwerkoperationen über ein einziges Interface (auch als „Single pane of glass“ bezeichnet) sind der Schlüssel für die effektive Beherrschbarkeit aller Aspekte der Netzwerk- und Service-Lifecycles von der Erstellung, Modifizierung und Gewährleistung der Services über das Störungsmanagement bis hin zur fortlaufenden Optimierung.
- **Sicherheit** – Für den Schutz der Privatsphäre von Schülern, Studierenden, Lehrern und Dozenten sind die Integrität des Netzes sowie spezifische Sicherheitsfunktionen (wie verschlüsselte Verbindungen, Firewalls und Möglichkeiten für die Erkennung von Eindringversuchen) erforderlich.

Ältere Bildungsnetzwerke haben häufig Probleme, jederzeit und von jedem beliebigen Standort aus die gestiegenen Leistungs-, Agilitäts- und Resilienzanforderungen von EdTech-Lösungen der nächsten Generation zu erfüllen. Häufig verfügen sie über eine feste, statische Bandbreitenkapazität und physische Geräte für die Netzwerkfunktionen, wie Router und Firewalls, an den einzelnen Standorten. Bei typischen Netzwerkkonfigurationen innerhalb eines Bezirks müssen die Internet- und Cloud-Konnektivitätsanforderungen der einzelnen Standorte in einem

zentralen Rechenzentrum des Bezirks aggregiert werden, statt die Verbindungen direkt am Standort herzustellen. Darüber hinaus ist das Netzwerkmanagement tendenziell eher reaktiv ausgelegt und basiert auf manuellen Prozessen, für die bei jedem einzelnen Schritt menschliche Eingriffe erforderlich sind. Als Folge sind Bildungsnetzwerke statisch, unflexibel und höchst ineffizient in der Unterhaltung sowie im Betrieb.

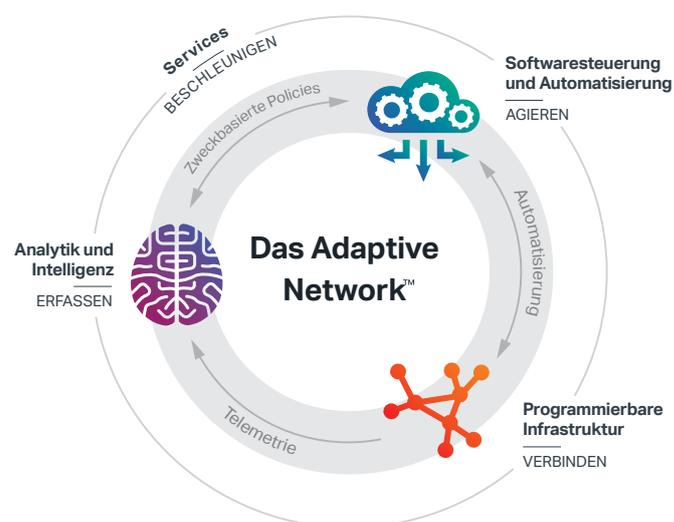
Um die Akzeptanz von technologiegetriebenen Lerninitiativen zu fördern, benötigen Bildungseinrichtungen ein Netz, das sich durch Flexibilität, Dynamik, Automatisierung und Virtualisierung auszeichnet. Das Netz muss in der Lage sein, Datenverkehrsmuster zu erfassen und Streaming-Telemetriedaten in Echtzeit zu analysieren, um potenzielle Überlastungen oder Ausfälle vorherzusagen. Anschließend muss das Netz die Netzwerkleistung ohne menschlichen Eingriff automatisch anpassen. Ciena nennt diesen Ansatz das Adaptive Network™.

## Die Adaptive Network-Vision von Ciena

Netzwerke entwickeln sich in rasantem Tempo von statischen und unflexiblen Gebilden mit gerätebasierten Netzwerkfunktionen und manuellen Prozessen hin zu Technologien mit stärker ausgeprägter Automatisierung, Prognostizierung, Agilität und Offenheit. Sie zeichnen sich durch einen höheren Grad an Schnelligkeit, Nähe, Intelligenz und Sicherheit aus:

- **Schnelligkeit** zeigt sich in Bezug auf die Bandbreitenkapazität und die Geschwindigkeit der Datenübertragung
- **Nähe** entsteht durch die Verschiebung von cloudbasierten Computing- und Speichersystemen in Richtung Netzwerk-Edge
- **Intelligenz** beruht auf Funktionen aus den Bereichen Automatisierung, Analytik, KI und Virtualisierung
- **Sicherheit** ergibt sich durch Technologien, die ein größeres Bewusstsein dafür schaffen, was im Netzwerk vor sich geht, und die im Fall von potenziellen Angriffen schnell und in Echtzeit eingreifen

Das Adaptive Network ist ein Framework, das bei der Schaffung von Netzwerken zu Bildungszwecken ein Design ermöglicht, mit dem die unmittelbaren Bedürfnisse des Netzwerks erfüllt werden können. Gleichzeitig stellt es eine Plattform bereit,



<sup>1</sup> Center for Digital Education Survey, durchgeführt im Dezember 2018

die sich bei zukünftigen Änderungen der Anforderungen weiterentwickeln kann. Es unterstützt Netzprovider durch die Integration neuer Technologien und Arbeitsweisen bei der Optimierung ihrer bestehenden Frameworks.

Das Adaptive Network basiert auf den folgenden wichtigen Grundbausteinen:

**Programmierbare Infrastruktur (verbinden)**

Die programmierbare Netzwerkinfrastruktur unterstützt den Zugriff und die Konfiguration über gemeinsame, offene Schnittstellen. Die starke Instrumentierung und der mögliche Export von Netzleistungsdaten in Echtzeit sowie die Skalierungsmöglichkeiten erleichtern die Anbindung an externe Applikationen und die optimale Verbindung von Endbenutzern.

**Analytik und Intelligenz (erfassen)**

Die Erfassung von Netzleistungsdaten und die Analyse dieser Daten mithilfe von KI bietet die Möglichkeit, potenzielle Netzprobleme intelligent vorherzusagen, bevor diese eintreten, und Trends zu erkennen, indem aus großen Datenmengen entscheidungsrelevante Einblicke gewonnen werden. Durch Auswerten dieser Einblicke können Netzprovider und Betreiber von Rechenzentren intelligentere, datengestützte Business-Policies entwickeln, die eine sichere Erfassung und Anpassung an Kundenanforderungen in Echtzeit ermöglichen.

**Softwaresteuerung und Automatisierung (agieren)**

Multi-Domain Service Orchestration (MDSO), miteinander verknüpfte Geräte und die zentrale, intelligente Steuerung

einzelner Domänen mithilfe von Software sind kritische Faktoren für ein Netzwerk, das sich problemlos an sich ändernde Gegebenheiten anpassen muss. Durch die Implementierung von Software-Defined Networking (SDN), Network Functions Virtualization (NFV) und offenen APIs können Betreiber das Ende-zu-Ende-Management und die Automatisierung ihrer Netze in hybriden Multi-Vendor- und Multi-Domain-Netzen vereinfachen.

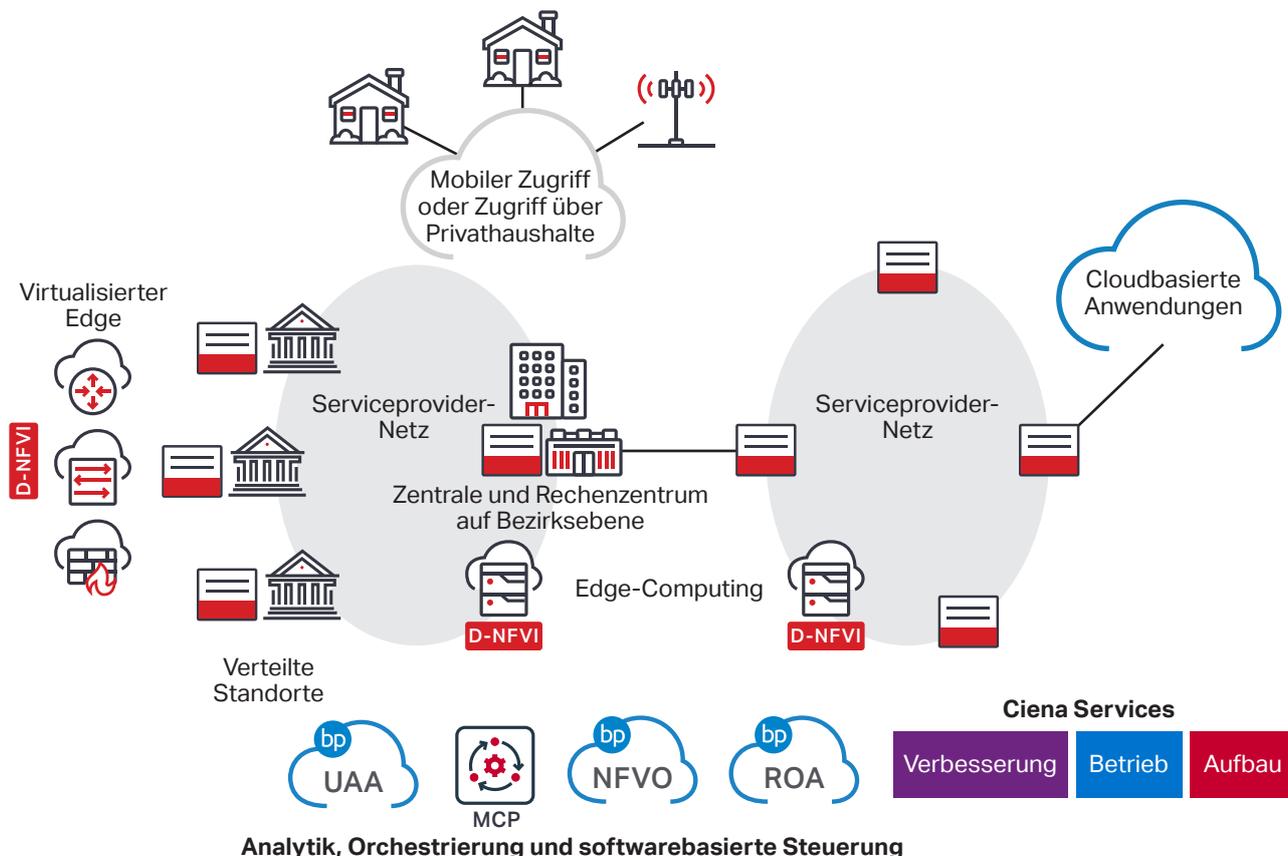
**Services (beschleunigen)**

Um Kunden beim Aufbau und Betrieb sowie bei der kontinuierlichen Verbesserung ihrer Netze zu unterstützen und ihnen bei der beschleunigten Umsetzung des Adaptive Network zu helfen, werden technische sowie fachliche Services benötigt.

**Die Adaptive Network-Vision**  
Mehr erfahren
➔

**Das Adaptive Network im Bildungswesen**

Die unten stehende Abbildung ist eine Übersicht über eine beispielhafte Adaptive Network-Architektur für die Unterstützung von Distanzlernfunktionen mit den folgenden Merkmalen.



Das Adaptive Network im Bildungswesen

- Schulen, Universitäten und Verwaltungseinrichtungen nutzen Netzwerk-Edge- bzw. Universal Customer Premises Equipment (uCPE)-Geräte. Diese verfügen in der Regel über 1GbE-, 10GbE- oder 100GbE-Uplink-Ports und Access-Ports für die Verbindung mit der schul- oder universitätseigenen IT-Infrastruktur (z. B. Router).
  - Für die Bereitstellung von Virtual Network Functions (VNF) (z. B. für das Routing, Firewalls etc. sowie die D-NFVI-Software) werden an den einzelnen Standorten vermehrt uCPE-Geräte eingesetzt. Lehrer und Dozenten können so auf neue Netzwerkfunktionen zugreifen, ohne dass dafür das Edge-Equipment ausgetauscht werden muss.
  - Da Bildungseinrichtungen immer häufiger adaptive Lernanwendungen mit extrem niedriger Latenzzeit nutzen, rücken die Cloud-Speicher- und Cloud-Computing-Elemente immer näher an die Endbenutzer heran. Möglich wird dies durch das Hosting der Anwendungen in virtuellen Maschinen und Netzwerkfunktionen mit D-NFVI-Software entweder im Rechenzentrum des Bezirks oder am weit entfernten Edge des Serviceprovidernetzes.
- Aggregationsgeräte erfassen den von den Access-Netzen der Schulen/Universitäten und Privathaushalte kommenden Datenverkehr. Häufig werden sie in geschützten Architekturen wie ringbasierten Topologien eingesetzt und gewährleisten die äußerst zuverlässige Versorgung der Bildungsbezirke.
- Core-Netze sorgen für die kapazitätsstarke Verbindung cloudbasierter Anwendungen ohne Latenz. Für die Bereitstellung außergewöhnlich hoher Bandbreiten kommt hier häufig DWDM zum Einsatz. DWDM-Netze zeichnen sich außerdem durch ihre äußerst hohe Zuverlässigkeit und Ausfalltoleranz aus.
- Auf Analytik und Software basierende Plattformen für das Netzwerkmanagement nutzen KI und fortschrittliche Software für die bedarfsgesteuerte Bandbreitenbereitstellung (Bandwidth on Demand, BoD) und die proaktive Erkennung und Vermeidung von Situationen, die sich negativ auf die Anwendungen auswirken können, wie beispielsweise Überlastungen und Ausfälle.

## Nutzung des Adaptive Network von Ciena

Der Adaptive Network-Ansatz von Ciena kann passgenau an die jeweils spezifische Situation der einzelnen Bildungseinrichtungen angepasst werden. Dieser Ansatz bietet erhebliche Vorteile:

- Erhöhte Flexibilität, Skalierbarkeit und Agilität für eine schnelle und bedarfsgesteuerte Erhöhung der Bandbreite zu jeder Zeit und an jedem gewünschten Ort, um Spitzenzeiten mit hohem Kapazitätsbedarf zu bewältigen, und eine anschließende Reduzierung, wenn weniger Kapazität erforderlich ist
- Hohe Quality of Experience (QoE) für Schüler, Studierende, Lehrer und Dozenten durch die Erfüllung der Latenz-, Resilienz- und Verfügbarkeitsanforderungen von Lernanwendungen
- Bandbreitenskalierbarkeit, Agilität und Intelligenz zur Unterstützung sämtlicher Anforderungen von aktuellen und innovativen zukünftigen Anwendungen
- Datengestützte Entscheidungsfindung mittels einer KI-basierten Datenverkehrsanalyse, sodass IT-Teams potenzielle Überlastungen und drohende Ausfälle proaktiv erkennen und entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen können
- Senkung der Betriebskosten durch den Austausch separater Geräte für die einzelnen Netzwerkfunktionen gegen uCPE-Systeme und VNFs, was zu einer Erhöhung der Agilität und einer Minimierung der Außeneinsätze von Technikern führt, die an den diversen Standorten Systeme einrichten und konfigurieren sowie Fehler beheben müssen

Adaptives Lernen wird derzeit für die Schaffung einer wirksamen und fesselnden digitalen Lernerfahrung verstärkt zu einem echten „Must-have“. Das Adaptive Network von Ciena hilft Lehrern, Dozenten, Schülern, Studierenden und Mitarbeitern dabei, das Potenzial moderner Technologien voll auszuschöpfen.

? War dieser Inhalt hilfreich?
  Ja
  Nein