

# LANCOM Techpaper

## Hierarchische Switch-Infrastrukturen

Beim Aufbau der logischen Architektur eines Unternehmensnetzwerkes, speziell einer LAN-Infrastruktur, muss eine eingehende getrennte Betrachtung einzelner Datenwege und des effizienten wie auch sicheren Datentransportes erfolgen. Hieraus resultiert ein hierarchischer Aufbau eines Unternehmens-LAN, in dem die verschiedenen Funktionen und Aufgaben der benötigten Netzwerkgeräte, insbesondere der zur Verteilung des Datenverkehrs notwendigen Switches, realisiert wird.

Dieses Techpaper stellt die unterschiedlichen Hierarchieebenen eines Unternehmens-LAN vor und zeigt auf, wie unterschiedlich große und komplexe Unternehmensnetzwerke, beginnend von kleinen Umgebungen bis hin zu sehr großen Enterprise-Netzwerken, von der untersten Zugriffsschicht der jeweiligen Endgeräte, über die bündelnde Aggregations- bzw. Distributions-Ebene bis hin zum Kern bzw. der Spitze des Netzwerks aufgebaut werden können.

### Dreistufiges Netzwerkdesign („Drei-Schichten-Modell“)

Ein dreistufiges Netzwerkdesign zählt zu den bewährten und vielfach bekannten Grundarchitekturen beim Aufbau und im Verständnis moderner LAN-Netzwerkarchitekturen. Um das Drei-Schichten-Modell besser verstehen zu können, bedarf es zunächst der Klärung einiger Begriffe, bzw. der Schichten, die in diesem Modell abgebildet werden.

### Access Switches

Die Zugriffsschicht, auch „Access Layer“ genannt, sorgt für die Anbindung der Clients im Netzwerk. Dies können beispielsweise Access Points, PCs, IP-Telefone, vernetzte Maschinen oder IoT-Sensoren sein. Die Switches der Access-Ebene zeichnen sich meist durch eine hohe Port-Dichte aus und sorgen für die Verteilung des Netzwerkes an die angeschlossenen Clients. Ebenfalls können Sie die Spannungs-/Stromversorgung der Endgeräte übernehmen. Das setzt sowohl beim Switch als auch beim Endgerät die sogenannte Power over Ethernet (PoE)-Fähigkeit voraus.

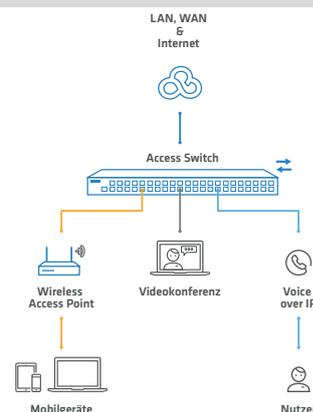


Abb. 1: Access Switches auf der Anwendungsebene

### Aggregation Switches

Die als Aggregation Layer benannte Schicht bezeichnet die Hierarchieebene, welche die Uplinks der darunterliegenden Access-Ebene zusammenfasst (aggregiert). Im Uplink, also in der Hierarchierichtung nach oben gerichtet, dienen die Aggregation Switches je nach Einsatzszenario der Anbindung mit hohen Bandbreiten (10G/25G/40G/100G) an die Core Switches („Three-Tier-Szenarien“, siehe unten). In kleineren Szenarien können diese Switches aber auch die Aufgabe des Cores übernehmen („Two-Tier-Szenario“,

siehe unten). Auf der Aggregations-Ebene erfolgen typische Layer-3-Aufgaben wie DHCP-Server-Funktionalität, also die IP-Adressverwaltung oder die Vordefinition von Netzwerkroutern über ein oder mehrere Netzwerksegmente hinweg, was den Router oder eine eventuell vorhandene Firewall stark entlasten. Eine redundante Verschaltung der Aggregation Switches (Stacking) erhöht die Verfügbarkeit im Aggregation Layer und kann bei doppelter Anbindung der jeweiligen Access Switches an zwei unterschiedliche Netzwerknoten im Aggregation Layer zu einer sehr hohen Ausfallsicherheit (HA – High Availability) und einem quasi unterbrechungsfreien Netzwerkbetrieb genutzt werden.

Siehe auch das Techpaper [Designguide für hierarchische Switchnetzwerke mit Redundanz](#).

## Core Switches

Der Kern- („Core“) Switch bildet die oberste Schicht und ist im Drei-Schichten-Modell das Rückgrat (Backbone) des Netzwerks. Mit hohem Durchsatz übernimmt er hauptsächlich möglichst blockierungsfreie Switching-Aufgaben auf Layer 2 (Data Link Layer oder Datenverbindungsschicht) und Routing-Aufgaben auf Layer 3 (der Netzwerk- oder Vermittlungsschicht). Dieser Switch kommt vor allem in Rechenzentren zum Einsatz und zeichnet sich durch eine sehr hohe Leistung und einen maximalen Datendurchsatz aus. Er besitzt im Prinzip die Funktion, Datenpakete möglichst effizient und latenzfrei weiterzuleiten, entweder aus angeschalteten Verteilschichten (z. B. WAN, DMZ), dem RZ-LAN oder aus einer anderen Aggregations-Ebene über den Core Switch als zentraler Verteiler zum nächsten Aggregation Switch (Packet Forwarding).

## Die Ebenen-Bezeichnungen

Um die Begriffe Access-, Aggregation- und Core Switch, die später näher ausgeführt werden, etwas besser einordnen zu können, sei erwähnt, dass jeder Hersteller

eventuell unterschiedliche Bezeichnungen verwendet. Häufig sind diese Netzwerkbegriffe auch aus dem englischen Sprachgebrauch überführt. So bezeichnet beispielsweise der Begriff „Aggregation Switch“ die Ebene, die die Zugriffs-Switches der Endnutzer (Access-Ebene) vernetzt. Aus der anderen Richtung, also in der Hierarchie von oben nach unten betrachtet, übernehmen die Switches dieser Ebene die Verteilungsaufgaben der Core-Ebene an die Access-Ebene und werden daher bei einigen Herstellern auch häufig als „Distribution Switches“ (Verteilungsebene) bezeichnet. Vieles hängt also von der Nomenklatur des jeweiligen Anbieters ab. LANCOM hat sich in der zweiten Ebene für den Begriff „Aggregation Switches“ entschieden, da diese Bezeichnung sehr anschaulich die Aufgabe eines verschmelzenden Bindeglieds zwischen Core- und Access-Ebene widerspiegelt.

## Diese Ebenen bilden das Drei-Schichten-Modell

Die unterste Ebene bildet die Zugriffsschicht (Access-Ebene), mit der sich alle Endgeräte, zum Beispiel PCs, Laptops, Server und drahtlose Geräte, verbinden. Die Switches dieser Access-Schicht verbinden dann weiter nach oben zur nächsten Schicht – der Verteilungsschicht bzw. Aggregations-Ebene. In „Three-Tier-Szenarien“ verbinden die aggregierenden Switches den Access Layer mit der Core-Ebene bzw. bilden in kleineren Netzwerken, den „Two-Tier-Szenarien“, selbst diese oberste Ebene des Netzwerkdesigns (quasi ein „Collapsed Backbone“), siehe Abbildung 3.

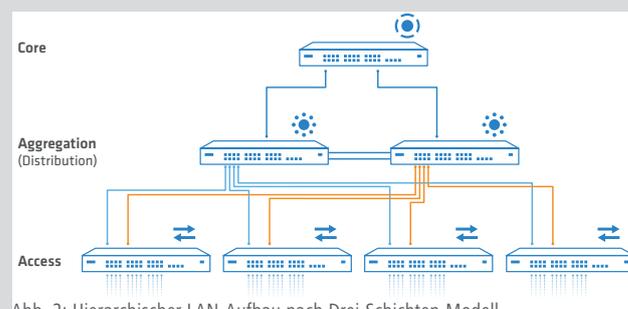


Abb. 2: Hierarchischer LAN-Aufbau nach Drei-Schichten-Modell

### Three-Tier-Design

In sehr großen Szenarien, meist bei größeren Firmen- oder Universitäts-Campus, bildet der Core Switch die oberste Ebene und die Aggregation Switches sind die Vermittler-Ebene zwischen der Core- und der Access-Schicht. Dies wird als sog. „Three-Tier-Design“ bezeichnet.

### Two-Tier-Design

Core-Switches sind sehr hochpreisig und kommen meist in größeren Netzwerken und Rechenzentren zum Einsatz. Kleine bis mittelgroße Szenarien kommen jedoch in den meisten Fällen mit einer in einem Gerät bzw. Stack zusammengefassten Kern- und Verteilungsschicht aus (sog. „Collapsed Backbone“). Der Aggregation Switch vereint in solchen Fällen also die Funktionen der obersten Core-Ebene in der Netzwerktopologie sowie die Aufgaben der Aggregations-Schicht.

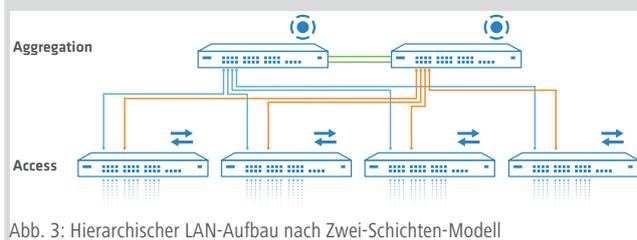


Abb. 3: Hierarchischer LAN-Aufbau nach Zwei-Schichten-Modell

### Die passende Netzwerktopologie für jedes Szenario

Bei LANCOM setzen wir auf ein Komplettangebot im Bereich Campus-Switching, das unseren Partnern die Realisierung von Netzwerkszenarien mit unterschiedlichen Netzwerkanforderungen und -größen erlaubt. So lassen sich dank des vorhandenen Portfolios an LANCOM Aggregation- und Access Switches und ihrer bedarfsgerechten Kombination, beginnend bei kleineren (SME), über mittelgroße (ME) Szenarien bis hin zu großen (LE) Enterprise-Netzwerken, unterschiedlichste Aufgaben realisieren.

### Kleine Szenarien (Small Enterprise (SE) Networks)

Kleine LAN-Umgebungen, wie beispielsweise eine Einzelhandelsfiliale, kommen meist nur mit wenigen Endgeräten, z.B. zwei bis drei Access Points, drei bis vier angebotenen Kassen und dem Bürorechner des Filialleiters aus. Dafür genügt dann meist ein singulärer Access Switch, der direkt am WAN-Gateway betrieben wird. Die zunehmende Digitalisierung sorgt aber auch in traditionell eher kleineren Umgebungen schnell für eine wachsende Zahl an Netzwerkteilnehmern und Endgeräten, die vernetzt werden müssen. Dadurch kann selbst in diesen vermeintlich kleinen Umgebungen schnell der Einsatz eines Aggregation Switches erforderlich sein, insbesondere wenn mehrere verteilte Firmengebäude (z.B. ein weiteres Bürogebäude, Lagerhalle, Pforte) oder abgesetzte Peripherielemente (z.B. Schranken, Anzeigen, Kameras) in das Netz integriert werden müssen. Für diese kleineren, verteilten Netzwerke bietet das Aggregation Switch-Einsteigermodell LANCOM XS-5110F eine ideale und kostengünstige Lösung. Mit seinen 8 Glasfaser-SFP+-Ports und 2 zusätzlichen Multi-Gigabit (10/5/2,5/1G) Ethernet-Ports ist dieser Switch die ideale übergeordnete Instanz für den Anschluss weiterer Access Switches oder NAS-/Server-Komponenten. Zur Unterstützung solcher Szenarien können die SFP+-Ports 7 und 8 per Softwareeinstellung zu Stacking-Ports definiert werden und dadurch bis zu acht dieser Aggregation Switches im Stack betrieben werden. Hierdurch wird eine hohe Skalierbarkeit sowie die Möglichkeit der Erhöhung der Portanzahl sichergestellt.

### Mittlere Szenarien (Mid-sized Enterprise (ME) Networks)

Mittelgroße lokale Netzwerke, wie sie von mittelständischen Unternehmen, Behörden, Verwaltungen oder Schulen benötigt werden, sind ohne den Einsatz einer Verteilebene nicht zu realisieren. Dies liegt an der häufig geographisch verteilten Lage von Betriebsgebäuden, größeren Gebäudekomplexen mit mehreren Stockwerken

oder eigenen (häufig redundanten) Rechenzentren. Je nach Größe, Komplexität und Ausdehnung ist mindestens der Einsatz eines oder sogar mehrerer Aggregation Switches notwendig. Hier bietet LANCOM mit dem XS-5116QF einen 10G-stackable, managed Fiber Aggregation Switch für mittelgroße, verteilte Netzwerke. Der XS-5116QF ist ein leistungsstarkes Gerät mit insgesamt 14 SFP+-Ports (10G), wovon 2 als Multi-Gigabit-Ethernet-Combo-Ports ausgelegt sind, für mittelgroße Netzwerke und einen blockierungsfreien Netzwerkbetrieb. Zwei 40G-Uplink-Ports (QSFP+) können für einen breitbandigen Uplink zur Core-Ebene oder an ein Rechenzentrums-LAN eingesetzt werden. Empfohlen wird dieses Modell jedoch für den Einsatz in einem sog. Collapsed Core-Szenario, also einem Two-Tier-Netzwerk-Design mit 10G-Uplink zum Router und/oder Datenspeicher (Storage). Dank der implementierten Stacking-Funktion können bis zu acht Switches dieses Modells für ausfallsichere (HA), redundante Szenarien in geschäftskritischen Umgebungen eingesetzt werden. Im laufenden Betrieb austauschbare Netzteile erhöhen die Ausfallsicherheit. Auch bei diesem Modell können die beiden QSFP+-Ports per Software zu Stacking-Ports umdefiniert werden. Da es sich hierbei um Standard-Ethernet-Technologie handelt und Standard-Medientypen eingesetzt werden, können auch weit entfernte Netzwerkknoten via bewährter Fiber-GBIC-Module zu einem Stack zusammengefasst werden.

### Große Enterprise-Szenarien (Large Enterprise (LE) Networks)

Der LANCOM XS-6128QF, das größte Modell der 10G-stackable, managed Fiber-Aggregation-Switch-Familie, ermöglicht die Realisierung großer, dezentraler Enterprise-Netzwerke mit virtualisierten Anwendungen. Das Modell wurde im Hinblick auf Betriebseffizienz und Ausfallsicherheit nachhaltig optimiert und ist genau wie die bereits genannten LANCOM Switches so designt, dass alle Ports ausnahmslos Industrie-Standard-Ports und keine proprietären Schnittstellen sind. Mit seinen insgesamt 20

SFP+-Ports (10G), von denen 4 als Multi-Gigabit-Ethernet-Combo-Ports ausgelegt sind, dient der Aggregation Switch als hoch performante Distributions-Basis für eine hohe Anzahl an untergeordneten Access Switches. Vier dedizierte SFP-DD (50G) Backplane-Stacking-Ports liefern eine non-blocking/wirespeed Verbindung zwischen allen Geräten eines Stacks. LANCOM bietet hier SFP-DD-DAC50 Stacking-Kabel in 1 m und 2,5 m an, es können aber auch SFP28 25G Module verwendet werden, die dann immerhin noch mit der halben Bandbreite dezentrale, also von einander entfernte Standorte verbinden. Mit diesem Modell ist der Aufbau eines Stacks aus bis zu acht Switches und somit eine bis zu achtfache Portkapazität mit bis zu 224 Up-/Downlink-Ports möglich. Eine extrem hohe Backhaul-Kapazität steht wahlweise über 2 QSFP+ (40G) oder 4 SFP28 (25G) Highspeed-Uplink-Ports zur Verfügung. Diese Combo-Uplink-Ports erlauben maximale Flexibilität bei der Anbindung an die darüber liegende Core Switch-Ebene mit wahlweise 25G oder 40G. Auch eine hoch performante Anbindung an ein Rechenzentrum durch Bündelung mit LACP der vier SFP28 (25G)-Ports zu einer 100G-Verbindung ist hierdurch möglich. Zwei redundante Netzteile sowie ein Lüftersystem sind im laufenden Betrieb austauschbar und gewährleisten damit maximale Ausfallsicherheit. Da es sich bei den jeweiligen Up-/Downlink-Ports um Standard-Ethernet-Technologie handelt und Standard-Medientypen eingesetzt werden, können auch weit entfernte Netzwerkknoten via bewährter Fiber-GBIC-Module einfach vervunden werden. Der Switch verfügt über Basis-L3-Funktionalitäten und zu einem späteren Zeitpunkt über dynamische Routing-Eigenschaften.

Mit diesem Portfolio an Aggregation Switches und der ebenfalls umfangreichen Auswahl an Access Switches für praktisch jeden Anwendungsfall ist LANCOM entsprechend gut aufgestellt. Vom Retail-Netz, über das Fertigungs-LAN, vom Logistik-Center, bis zum Bürotower bzw. Flächen-Campus werden alle Netzwerkszenarien im Small & Medium Enterprise-Segment abgedeckt.

## Wirespeed-Systemarchitektur und verfügbare Bandbreite im Up- und Downlink

Unabhängig von der Klassifizierung in SMB- oder Enterprise-Segment sind Parameter wie das Blockierungsverhältnis zwischen Up- und Downlink-Ports elementar für die Konzeption des Netzwerks. Im Folgenden werden einige dieser Planungsparameter vorgestellt.

### Wirespeed-Systemarchitektur der Switches

Bei allen LANCOM Switch-Modellen kann dabei von einer Non-blocking Systemarchitektur ausgegangen werden. Das bedeutet, dass es keine Überbuchung der Port-Kapazität im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der Switch-Systemarchitektur gibt. LANCOM Aggregation und Access Switches verarbeiten deshalb alle angeschalteten Clients in „wirespeed“ und ohne Bandbreiten-Limitation.

### Uplink-Blockierungsverhältnis

Die verfügbare Bandbreite zwischen den Switch-Ebenen (Access – Aggregation – Core) definiert sich über die Kapazität der Uplink-Ports. Die einzelnen Uplink-Ports können via Link-Aggregation (LACP-Protokoll) gebündelt werden. Dadurch wird die verfügbare Uplink-Kapazität schrittweise vergrößert und so das Blockierungs-Verhältnis (Summe Downlink- zu Uplink-Kapazität) reduziert.

### Stacking-Blockierungsverhältnis

Werden mehrere Switches als Stack betrieben, so definiert sich das Blockierungsverhältnis zwischen diesen Stack-Member-Switches über die Downlink-Kapazität zur Stacking-Kapazität. Zum Stacking werden Uplink-Ports oder, falls vorhanden, dedizierte Stacking-Ports genutzt. Dabei reduziert sich das Blockierungsverhältnis mit steigender Port-Kapazität der Stacking-Ports. Von Non-blocking Stacking-Kapazität spricht man, wenn die Summe der Downlink-Kapazität durch die Summe der Stacking-Kapazität abgedeckt ist.

## Redundanzkonzept

Ein durchgängiges Redundanzkonzept spielt insbesondere bei den höherwertigen Modellen der LANCOM Switches eine tragende Rolle. Das garantiert höchste Ausfallsicherheit und eine optimale Netzwerkverfügbarkeit.

### Redundanz bei der Spannungsversorgung

Durch ein „hot-swappable“ PSU-Konzept wird der unterbrechungsfreie Austausch und Betrieb der Switches beim Defekt eines Netzteils ermöglicht. So sind die beiden Aggregation Switches XS-5116QF und XS-6128QF mit einem Einschub für ein zweites Netzteil ausgestattet. Bei Ausfall eines der beiden Netzteile kann das defekte Netzteil im laufenden Betrieb ausgetauscht werden, während der jeweilige Switch weiterarbeitet. Dieses Redundanzkonzept zieht sich bis zur Access-Ebene durch. Auch die GS-45xx-Serie sowie der GS-3152XSP können mit einer zweiten PSU ausgestattet sein.

## Für jedes Szenario die passende Kombination

Die Randbedingungen für den Aufbau verschiedener Netzwerkszenarien nach dem Drei-Schichten-Modell sowie die Grundlagen zur Portenerweiterung und der Schaffung von Redundanzkonzepten sind nun bekannt. Ebenso die verschiedenen Stacking-Topologien. Aus den verschiedenen Kombinationen der drei LANCOM Aggregation Switch-Modelle und den Modellen der LANCOM Access Switches ergeben sich nun eine Vielzahl möglicher Netzwerkdesigns und passgenaue, auf den Kundenbedarf abgestimmte Einsatzszenarien.

Siehe auch das Techpaper [Designguide für hierarchische Switchnetzwerke mit Redundanz](#).

## Fazit

Die Beschreibung der ausgewählten Szenarien zeigt die Vielfalt der Möglichkeiten, die sich durch die Einführung der neuen LANCOM Aggregation Switches und ihrer verschiedenen Leistungsstufen ergeben. Bei intelligenter Kombination dieser LANCOM Systemfamilie mit den leistungsstarken und kosteneffektiven LANCOM Access Switches sind den Anwendungsmöglichkeiten kaum Grenzen gesetzt; insbesondere im mittelständischen Unternehmensumfeld. Im Rahmen dieses Papers wurden bewusst Berechnungen unter der Berücksichtigung von maximaler Redundanz vorgenommen. Die Anzahl verfügbarer Ports erhöht sich selbstverständlich bei nichtredundantem Betrieb, den LANCOM jedoch seinen Kunden nicht empfiehlt. Da jedes Netzwerk anderen Anforderungen unterliegt, können die betrachteten Anwendungsbeispiele selbstverständlich ohnehin keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben und ersetzen daher auch keine individuelle auf das jeweilige Kundenbedürfnis zugeschnittene Netzwerkplanung. Unsere Designempfehlungen sollten bevorzugt bei Ihren Planungen berücksichtigt werden, um bereits im Vorfeld für eine hohe Verfügbarkeit und die Reduktion kostspieliger Standzeiten Ihres Netzwerks zu sorgen.

Gerade bei der Auswahl der Access Switches, die in diesem Paper nur am Rande Erwähnung finden, muss natürlich neben der Portanzahl noch auf viele andere Parameter geachtet werden. So z.B. der Gesamtbedarf an PoE-Leistung (Power over Ethernet), die Managebarkeit oder L3-Funktionalität der jeweiligen Switching-Familie, Hochverfügbarkeitsanforderungen (Ausfallsicherheit) mittels redundanter Netzteile, die Uplink-Geschwindigkeit, die Entfernung zum Aggregation Switch (Begrenzung des Ethernet-Standards auf 100m bei Kupferkabel, km-weite Reichweite bei Glasfaser).

Das umfangreiche LANCOM Switch-Portfolio bietet passgenaue Lösungen für die Anforderungen Ihrer speziellen Infrastruktur.

### Sie planen den Aufbau oder die Erweiterung Ihres Netzwerkes mit LANCOM Switches?

Erfahrene LANCOM Techniker bzw. die Spezialisten unserer Systempartner helfen Ihnen bei der Planung und dem Aufbau und Betrieb eines bedarfsgerechten, leistungsfähigen und zukunftssicheren LANCOM Netzwerkdesigns.

Sie haben Fragen zu unseren Switches, oder suchen einen LANCOM Vertriebspartner?

Rufen Sie uns gerne an:

Vertrieb Deutschland – Innendienst

Telefon: +49 (0)2405 49936 333