

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.

Die unterschiedlichen Aufgaben der Hierarchieebenen eines Unternehmens-LAN werden aufgezeigt und anhand von Beispiel-Szenarien mit LANCOM Switches gezeigt, wie unterschiedlich große und komplexe Unternehmensnetzwerke, beginnend von kleinen Umgebungen bis hin zu sehr großen Enterprise-Netzwerken, von der untersten Zugriffs-Schicht der jeweiligen Endgeräte, über die bündelnde Aggregations- bzw. Distributions-Ebene bis hin zum Kern bzw. der Spitze des Netzwerks aufgebaut werden können.

Anforderungen an ein modernes LAN

Die fortschreitende Digitalisierung aller Lebens- und Arbeitsbereiche bringt eine zunehmende Vernetzung verschiedenster Arbeitsgeräte mit sich. Damit einher geht eine intelligente und sichere Vernetzung dieser Clients für einen zuverlässigen Austausch von Daten. Es bedarf dazu einer effizienten Logistik der Daten vom Ort ihrer Entstehung bis zu einem entfernten Punkt der Datennutzung. Dies kann am gleichen Unternehmensstandort oder in einer entfernten Niederlassung sein, je nachdem wo die entsprechenden Datenpakete für eine Weiterverarbeitung benötigt werden. Darüber hinaus haben sich die verfügbaren Netzwerkbandbreiten im lokalen Netzwerk

(LAN – Local Area Network) in den zurückliegenden Jahren von wenigen MBit/s auf mehrere 100 GBit/s quasi um den Faktor 100.000 vervielfacht. Gleichzeitig ist es für viele Unternehmen heutzutage geschäftskritisch, dass Daten, die einen immensen Anteil am gesamten Unternehmenskapital haben, auch nur für die Personen oder Maschinen zugänglich sind, die hierzu autorisiert sind. Daher dürfen die im Unternehmen vorhandenen physischen Netzwerkanschlüsse des Local Area Network (LAN-Anschlüsse), die der Anbindung von Arbeitsplatzrechnern, Access Points, vernetzten Maschinen oder IoT-Sensoren dienen, kein Einfallstor für unbefugte Nutzer bieten. Das heißt, dass ein effektives Management von Zugangsberechtigungen und eine saubere Trennung voneinander unabhängiger Nutzerkontexte weitere wesentliche Aspekte bei der Netzwerkplanung darstellen. Ebenfalls muss bei dieser Betrachtung geschäftskritischer Faktoren auf dem Thema Ausfallsicherheit des Netzwerkes ein wesentliches Augenmerk liegen. Denn auch Störungen eines Teiles oder gar des ganzen Netzwerkes können Produktionsstillstände, den Ausfall der kompletten Kommunikationsinfrastruktur und somit immense Folgekosten nach sich ziehen.

Im Folgenden finden Sie ab der nächsten Seite eine Einführung in das dreistufige Netzwerkdesign, anschließend eine Übersicht über über verschiedene von LANCOM empfohlene Einsatzszenarien (Seite 4). Im Anschluss dann Redundanzkonzepte (Seite 6) gefolgt von den Möglichkeiten des Stacking von Switches (Seite 6). Abgerundet wird das Ganze mit den Einsatzmöglichkeiten der LANCOM Aggregation Switches (Seite 8).

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.

Kurzer Exkurs zu den 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 Netzwerk Begriffe 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.

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.

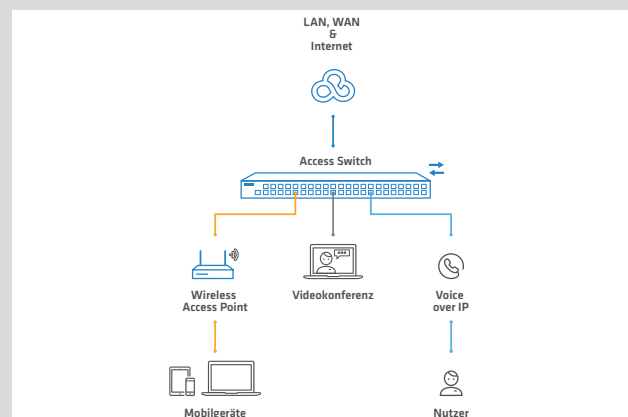


Abb. 1: Access Switches auf der Anwendungsebene

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 Netzwerkrouten 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 Netzwerkknoten im Aggregation Layer zu einer sehr hohen Ausfallsicherheit (HA – High Availability) und einem quasi unterbrechungsfreien Netzwerkbetrieb genutzt werden. Entscheidend ist hierbei, dass Loop-Prevention-Mecha-

nismen die Schleifenbildung vermeiden und man so dass recht uneffektive Spanning-Tree-Protokoll durch eine bessere Lösung ersetzt, nämlich Redundanz durch Stacking.

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).

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 Kernschicht (Core) bzw. bilden in kleineren Netzwerken, den „Two-Tier-Szenarien“, selbst diese oberste Ebene des Netzwerkdesigns (quasi ein „Collapsed Backbone“), siehe Abbildung 3.

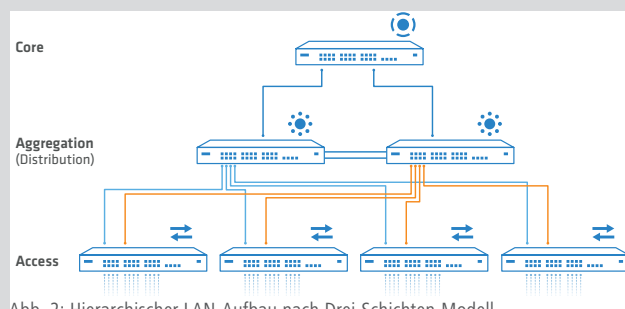


Abb. 2: Hierarchischer LAN-Aufbau nach Drei-Schichten-Modell

Core-Switch-Netzwerkszenarien

Weiter oben wurden bereits die Begriffe „Three- und Two-Tier-Szenario“ erwähnt und werden im Folgenden näher erläutert.

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.

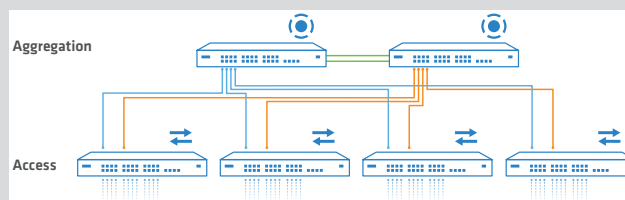


Abb. 3: Hierarchischer LAN-Aufbau nach Zwei-Schichten-Modell

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 and Medium Enterprise (SME) 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

Parameter, wie die absolute Anzahl an benötigten Ports und der Bandbreitenbedarf der jeweiligen Clients, sowie das Blockierungsverhältnis bei den Up-/Downlinks, sprich das Verhältnis der Downlink- zur Uplink- bzw. zur Stackingkapazität bestimmen die Auswahl und Kombination der Aggregation und der Access Switches.

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 Portkapazität 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 der LANCOM GS-3152XSP kann mit einer zweiten PSU ausgestattet werden, die zusätzlich die PoE-Leistung des Switches durch dieses zweite Netzgerät verdoppelt und somit für eine bedarfsgerechte Stromversorgung aller angeschlossenen PoE-Endgeräte sorgt.

Redundanz durch Stacking der Switches

Weitere Redundanzmechanismen können durch das Failsafe-Stacking (siehe unten) der LANCOM Switches bzw. deren intelligenter Verschaltung bereitgestellt werden. So ist der Aufbau von verteilten Szenarien möglich, bei denen ein Access Switch zugleich an zwei Aggregation Switches betrieben wird. Dabei ist es unerheblich, ob sich der Stack physikalisch an einem Standort oder mittels Verbindung

über Fiber-Optics/GBIC-Modulen an geographisch verteilten Standorten befindet. So ist bei Wartung, Ausfall oder Austausch eines der Aggregation Switches für einen unterbrechungsfreien Weiterbetrieb gesorgt – Grundvoraussetzung für moderne Enterprise-(HA-)Netzwerkarchitekturen und den Betrieb ihrer geschäftskritischer Applikationen.

Stacking

Failsafe-Stacking

Moderne Netzwerk-Architekturen müssen skalierbar, sicher und flexibel erweiterbar sein: Über einen integrierten Failsafe-Stacking-Mechanismus ist eine Erweiterung der LANCOM Switch-Familie 51XX und 61XX flexibel möglich. Stacking, abgeleitet von der englischen Übersetzung für „Stapeln“ oder Aufeinanderstapeln, meint eine Verbindung von zwei oder mehreren Switches vorzugsweise der gleichen Portgeschwindigkeit und Baureihe. Dabei werden mehrere physikalische Switches zu einer logischen Einheit zusammengefasst, die sich dann bequem konfigurieren und managen lassen. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass die miteinander verbundenen Switches über sowohl eine gemeinsame MAC- als auch eine IP-Adresse angesprochen werden können („single IP/single management“) und sich der gesamte Stack quasi wie ein Chassis-basiertes System verhält.

Failsafe-Stacking bedeutet, dass weitere Stack Member, die unter dem obersten Switch, dem Stack Master, hinzugefügt werden, ihre Konfiguration automatisiert durch den Master erhalten. Der direkt unter dem Master angeschlossene erste Member-Switch kann als sogenannter Standby-Master (auch Backup-Master) fungieren und bei Ausfall oder Austausch des Master-Switches vorübergehend die Konfigurationsinstanz übernehmen. Weiterhin ist die Entnahme oder der Austausch eines Stack-Teilnehmer-Switches ohne Unterbrechung des laufenden Betriebs und ohne Reboot des Stacks möglich. Beim Tausch des Geräts werden anschließend Konfiguration und Firmware-Stand vom

Stack-Master aus dem letzten gültigen Stand des entnommenen Geräts auf den neu eingesetzten Switch automatisch aufgespielt. Der Bootvorgang des neuen Members wirkt sich nicht auf die anderen Geräte aus und im Falle redundant an den Stack angebundener Access Switches bleibt das gesamte Netzwerk in seiner Funktion unbeeinträchtigt.

Unterbrechungsfreier Betrieb des Stack beim Firmwareupdate

Der „ISSU“ (In-Service-Software-Upgrade) Mechanismus sorgt dafür, dass auch während des Software Upgrades eines Stacks die Verfügbarkeit des Netzwerkes gewährleistet ist, indem nicht der gesamte Stack zeitgleich nach dem Software-Upgrade neu startet, sondern die Stacking-Teilnehmer nacheinander neu starten. Bei redundanter Anbindung von Access Switches an einen darüberliegenden Aggregation Switch Stack (ein Access Switch ist mit zwei verschiedenen Stacking-Teilnehmern verbunden) erfolgt das Software-Upgrade unterbrechungsfrei.

Die LANCOM Switch-Familie kennt drei unterschiedliche Formen des Stackings: das „Software-Stacking“, das „Hardware-Stacking“ und das „non-blocking Hardware-Stacking“.

Software-Stacking

Der LANCOM XS-5110F besitzt zwei SFP+-Downlink-Ports, die flexibel per Software als Stacking-Ports konfiguriert werden können. Beim LANCOM XS-5116QF sind zwei QSFP+-Uplink-Ports für eine Softwaredefinierte Umkonfiguration zum Stacking-Port verfügbar, so dass über diese undefinierten Schnittstellen anschließend ein Stack gebildet wird.

Hardware-Stacking

Hier sind fest vordefinierte Stacking-Ports hardwareseitig in den Switch eingebaut. Eine eigene vom restlichen Netzwerk-Traffic unabhängige CPU stellt die notwendige Rechenkapazität zur Verfügung.

Non-blocking Hardware-Stacking

Hierbei werden die Stacking-Ports ebenfalls in der Hardware, also mit eigener vom Netzwerk-Traffic unabhängiger CPU-Rechenkapazität, zur Verfügung gestellt. Dabei ist die Stacking-Kapazität mindestens ebenso groß wie die Summe der Bandbreite aller verfügbaren Downlink-Ports. Dadurch wird eine blockierungsfreie Systemarchitektur innerhalb des Stack-Verbunds sichergestellt. Das LANCOM Spitzenmodell, der LANCOM XS-6128QF, unterstützt diese Stacking-Methode.

Stacking-Topologien

Beim Stacking können die Switches auf zwei Arten miteinander verbunden werden. Es wird zwischen der Reihenschaltung, der sogenannten Daisy Chain-Topologie und der Ring- bzw. Loop-Topologie unterschieden.

Daisy Chain-Topologie (Switch-Clustering)



Abb. 4: Daisy Chain-Topologie

Die Daisy Chain hat folgenden Aufbau: Der oberste Switch, der Master, gibt die Konfiguration an die über ein Kabel in Reihenschaltung mit ihm verbundenen Members weiter. Nachteil dieser Topologie ist die Tatsache, dass beim Ausfall eines Switches der Reihe, der Stack in zwei separate Segmente aufgebrochen wird, die untereinander nicht mehr kommunizieren. Deshalb wird diese Topologie überhaupt nur für einen Stack aus zwei Switches empfohlen. Als Vorteil kann dabei betrachtet werden, dass zum Stacken lediglich ein verfügbarer Switch-Port „verbraucht“ wird. (Wichtiger Hinweis: Diese Methode sollte, wenn überhaupt, nur im 2er-Stack und bei absoluten Port-Engpässen angewendet werden, denn diese Topologie

kann nicht verhindern, dass es im Falle eines Link-Fehlers/GBIC zum Bruch des Stacks kommen kann und damit zu einem Loop und eventuell einem unkontrollierten Broadcast-Sturm, der letztlich zum Kollaps im Netz führt. Daher empfiehlt LANCOM, immer die nun folgende Ring-Topologie anzuwenden.)

Ring-Topologie (Fail-Safe-Stacking)

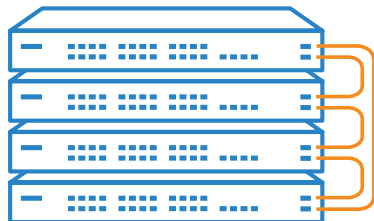


Abb. 5: Ring-Topologie

Für eine hohe Ausfallsicherheit sorgt die Ring-Topologie. Wie der Name schon sagt, kann man sich diesen Aufbau tatsächlich wie einen Ring vorstellen. Die beteiligten Switches sind nicht in einer Reihe hintereinander verschaltet, sondern tatsächlich in einem geschlossenen Ring miteinander verbunden, sodass bei Ausfall eines Switches der Datenverkehr über die Gegenrichtung geroutet wird („wrapping“). Das erzeugt maximale Redundanz, wofür jedoch pro beteiligtem Switch je zwei Ports für das Stacking reserviert werden müssen oder – wie im Falle des LANCOM XS-6128QF – dedizierte Stacking-Ports zur Verfügung stehen. Mit den LANCOM Aggregation Switches der XS-Serie können Stacks mit bis zu acht Geräten realisiert werden.

Porterweiterung

Ein weiterer Vorteil, den das Stacking neben dem Nutzen der Redundanzzeugung bietet, ist die Porterweiterung. Diese meint, dass beispielsweise im Zweier-Stack doppelt so viele Ports zur Verfügung stehen und in seiner höchsten Ausbaustufe der Stack sogar die achtfache Menge an Ports bietet. Ein Stack kann wie ein Switch betrachtet werden, der mit der Funktionalität des Einzelgerätes eine höhere Anzahl an Ports zur Verfügung stellt.

Für jedes Szenario die passende Kombination

Die Randbedingungen für den Aufbau verschiedener Netzwerkszenarien nach dem Drei-Schichten-Modell sowie die Grundlagen zur Porterweiterung 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.

Im Folgenden sollen nun anhand der vorab schon getroffenen Klassifizierungen kleines, mittleres und großes Netzwerk verschiedene Kombinationen der LANCOM Aggregation Switches LANCOM XS-5110F, LANCOM XS-5116QF und LANCOM XS-6128QF in Verbindung mit den Switches der LANCOM Access Switch-Familie aufgezeigt werden. Es werden einige typische und von LANCOM empfohlene Einsatzszenarien vorgestellt. Diese Betrachtung kann niemals einen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Zumal jeder Kunde und jedes tatsächliche Szenario gemäß des zu bedienenden Umfeldes und Geschäftsmodells sowie den bauseitigen Gegebenheiten seine eigenen Herausforderungen mit sich bringt. Die nachfolgend dargestellten, typischen Einsatzszenarien und Netzwerktopologien für kleine, mittlere und große lokale Netzwerke sind Musterdesigns und können einfach an die jeweiligen Kundenszenarien angepasst werden.

Diese Beispielszenarien bestehen jeweils aus einem Gerät oder einem Stack der drei LANCOM Aggregation Switch-Modelle und daran betriebenen Access Switch-Modellen der LANCOM GS-3152-Baureihe (LANCOM GS-3152XSP, LANCOM GS-3152XP, LANCOM GS-3152X), die mit 48 Downlink-Ports ausgestattet sind. Aus den Beispieldesigns kann die maximale Anzahl der verfügbaren Client-Ports als oberer Richtwert berechnet werden.

Empfohlene Stacking-Topologie für LANCOM XS-5110F – Managed 10G Fiber Aggregation Switch für kleinere, verteilte Netzwerke

Der Aggregation Switch XS-5110F für kleinere Szenarien, das LANCOM Einstiegsmodell, besitzt folgende Portkonfiguration: Acht 10G-SFP+-Downlink-Ports zum direkten Anschluss von bis zu 8 Access Switches. Weiterhin zwei 10G-Kupfer-Ports (Ports 9 und 10), die entweder für den Downlink oder für Uplink-Zwecke, also zum Anschluss an ein Gateway (z.B. LANCOM ISG-4000) und / oder Server bzw. einen Datenspeicher (NAS – Network Attached Storage) verwendet werden können.

LANCOM XS-5110F

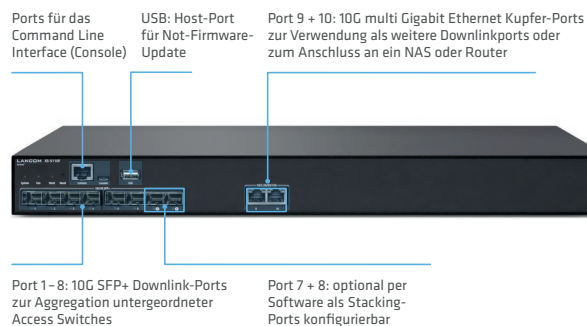


Abb. 6: Port-Konfiguration des LANCOM XS-5110F

Empfehlung für den Stackaufbau und hieraus resultierende maximale Netzwerkgröße mit dem LANCOM XS-5110F

Auch wenn weiter oben im Text beide Stacking-Topologien vorgestellt werden, empfiehlt LANCOM grundsätzlich die Ring-Topologie beim Stacking. Dies bedeutet beim vorliegenden LANCOM XS-5110F, dass jeweils 2 SFP+-Ports zum Stacking verwendet und daher nur noch je 6 SFP+-Ports zum Downlink zur Verfügung stehen (siehe Abbildungen 7 und 9).

XS-5110F STACKING-SZENARIO ALLGEMEIN

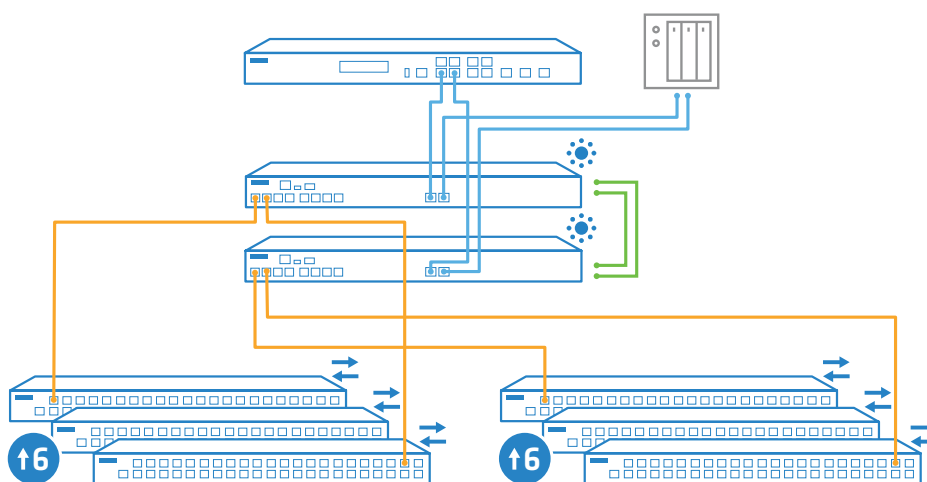
Somit sind in einem Stack von maximal 8 XS-5110F bis zu 48 Downlink Ports verfügbar.

Da in High-Density-Umgebungen die Access Switches jeweils redundant angebunden werden sollten, lassen sich somit bis zu 24 Access Switch redundant vernetzen.

Router / NAS
ISG-4000

Aggregation
XS-5110F

Access
GS-3152XP



Beim **Ring Topologie-Stacking** werden die Ports 7 und 8 zu Stacking-Ports umkonfiguriert. Daher Anschluss von **max. 6 Access Switches je Aggregation Switch**

- 10G Uplink zu Router / NAS
- 10G Stackingverbindung
- 1G Downlinkverbindung

Abb. 7: Allgemeines Szenario mit Ring-Topologie, selbst bei lediglich zwei gestackten Switches

Die folgende Rechnung verdeutlicht dies nochmals im Detail.

Berechnungsgrundlage für ein redundantes Szenario mit Stack in Ring-Topologie

$n * m/2 = \text{Anzahl möglicher Access Switches}$	
n	Anzahl der Aggregation Switches (min. 2 - max. 8)
m	Downlink-Ports (max. 6)
/2	Redundanter Anschluss eines Access Switches an zwei Aggregation Switches
$8 * 6/2 = 24 \text{ (max.)}$	

Szenario zur Schaffung von Redundanz im Stack mit bis zu acht Aggregation Switches

XS-5110F TWO-TIER SMALL AND MEDIUM ENTERPRISE-SZENARIO
(BIS ZU 8 SWITCHES IM STACK)

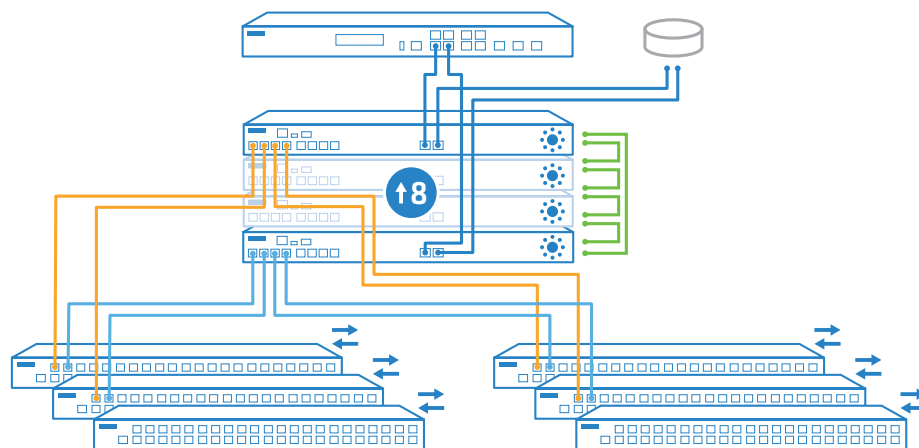
Router, Storage

Aggregation

XS-5110F

Access

GS-3152XP



- 10G Uplink zu Router, Storage
- 10G Stackingverbindung
- 1G Downlinkverbindung

Abb. 8: Bis zu acht LANCOM XS-5110F im Stack zur Redundanzhöhung

XS-5110F STACKING SZENARIO REDUNDANZ MIT BIS ZU 8 SWITCHES IM STACK

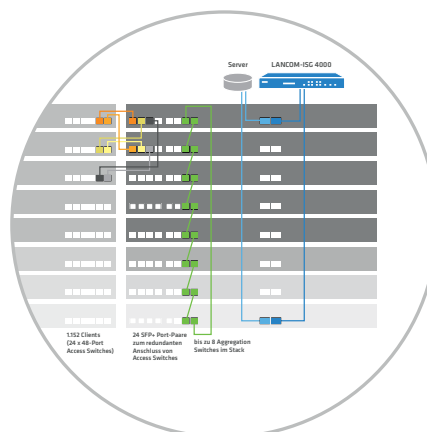


Abb. 9: Detailsicht mit bis zu acht LANCOM XS-5110F in Ring-Topologie-Stacking

LANCOM XS-5116QF – Managed 10G-Fiber Aggregation Switch für mittelgroße, verteilte Netzwerke

Der LANCOM XS-5116QF erweist sich als perfekte Lösung für die Aggregations-Ebene zum Aufbau mittelgroßer, verteilter Szenarien. Das Modell besitzt neben 12 10G-SFP+-Downlink-Ports zur Aggregation ebenso vieler untergeordneter Access Switches zwei weitere Combo-Ports, die entweder als zusätzliche Downlink-Ports die Anzahl aggregierter Access Switches auf bis zu 14 vergrößern oder zum Uplink in Richtung WAN bzw. zum Anschluss von Storage dienen können. Die beiden 40G-QSFP+-Ports 15 und 16 dienen entweder einem sehr breitbandigen Uplink zum Core oder einer Server-Aggregations-Ebene, können aber auch softwareseitig zu Stacking-Ports umkonfiguriert werden. Der Vorteil im Vergleich zum kleineren Modell LANCOM XS-5110F ist, dass beim Stacking der Switches keine Downlink-Kapazitäten verloren gehen.

LANCOM XS-5116QF

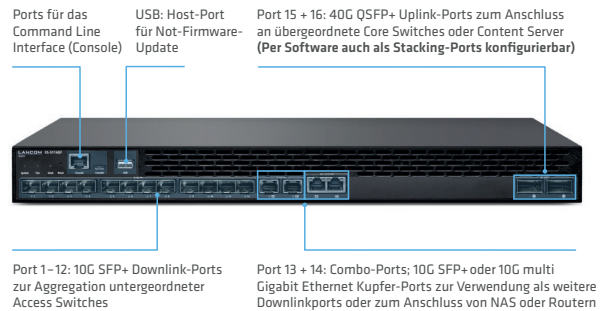


Abb. 10: Port-Konfiguration des LANCOM XS-5116QF

Berechnungsgrundlage für ein redundantes Szenario mit Stack in Ring-Topologie

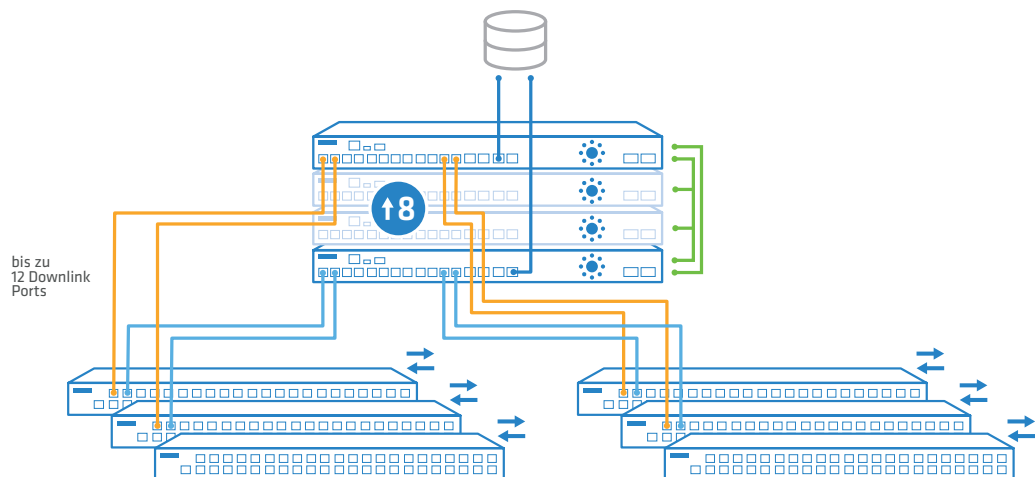
$n * m / 2 - 2 * 2 =$	Anzahl möglicher Access Switches
n	Anzahl der Aggregation Switches (min. 2 - max. 8)
m	Downlink-Ports (14 x SFP+)
$/2$	Redundanter Anschluss eines Access Switches an zwei Aggregation Switches
$2*2$	10G-Ports (zum Anschluss von Storage und Router)
$8 * 14 / 2 - 4 =$	52 (max.)

XS-5116QF TWO-TIER MID-SIZED ENTERPRISE-SZENARIO (BIS ZU 8 SWITCHES IM STACK)

Storage

Aggregation XS-5116QF

Access GS-3152XP



- 10G Uplink zu Router, Storage
- 10G / 2 x 40 G Stackingverbindung
- 1G Downlinkverbindung

Abb. 11: Szenario zur Redundanzsteigerung mit bis zu acht LANCOM XS-5116QF im Stack

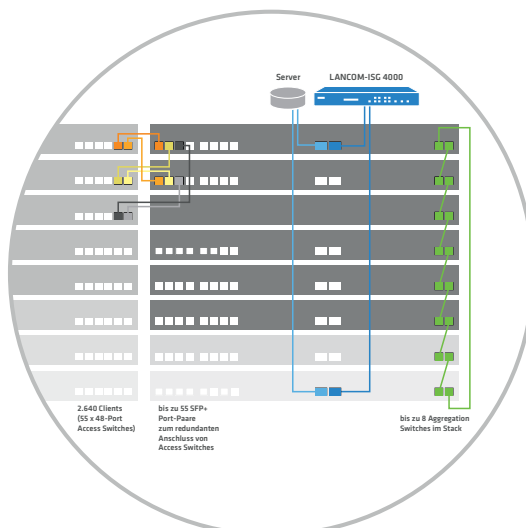


Abb. 12: Detailansicht mit bis zu acht LANCOM XS-5116QF in Ring-Topologie-Stacking

LANCOM XS-6128QF – Managed 10G Fiber Aggregation Switch für hohe Leistungsansprüche in großen verteilten Netzwerken

Der LANCOM XS-6128QF zeichnet sich dadurch aus, dass er neben seinen durchsatzstarken Uplink-Ports zusätzlich über vier dedizierte 50G-Stacking-Ports verfügt. Somit ist selbst im gestackten Zustand der Uplink mit hoher Bandbreite zu einem darüber liegenden Core, wie auch die Anbindung mit bis zu 100G an ein Datacenter oder Storage möglich.

Sein Designkonzept sieht eine sehr geringe Total Cost of Ownership (TCO) vor, denn alle Ports sind nativ vorhanden, was dem Kunden einen kostspieligen modularen Aufbau, wie er bei vergleichbaren Wettbewerbsmodellen meist verfolgt wird, erspart. Das Modell ermöglicht also ab Werk sämtliche maximalen Port-Optionen durch Combo-Down- (Kupfer/Fiber) und Combo-Uplink (25G/40G) Fiber-Ports. Alle Ports sind Industrie-Standard-Ports, selbst für das Stacking, weshalb auch keine kostspieligen proprietären Kabel erforderlich sind. So besteht beispielsweise die Möglichkeit der Verwendung von SFP+-Modulen in den 4x 25G SFP28-Ports für bis zu 4 weitere SFP+-Ports. Auch dezentrales Stacking dank der Möglichkeit der Verwendung von Standard-Short- und Long Range-Modulen ist mit diesem Modell möglich.

Mit diesem Aggregation Switch-Modell können hohe Anforderungen und Portkapazitäten für mittelgroße Enter-

prise-Netzwerke bedient werden. Die maximale Anzahl an LANCOM XS-6128QF im Stack beträgt auch hier acht Geräteeinheiten. Betrachtet man die Portkonfiguration, so ist es aufgrund der Anzahl von 20 freien Downlink-Ports möglich, bis zu 20 Access Switches redundant an zwei Aggregation Switches zu betreiben. Rein rechnerisch ergibt sich somit im Achter-Stack eine theoretische Anschlusskapazität von 80 Access Switches.

LANCOM XS-6128QF

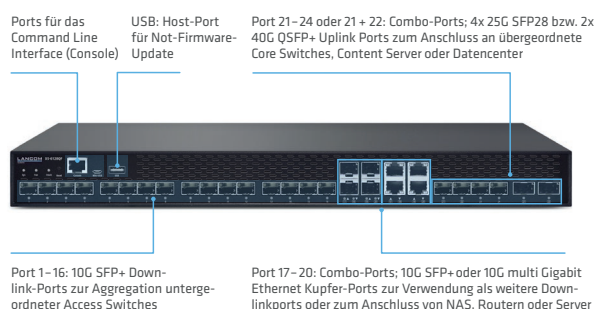


Abb. 13: Port-Konfiguration des LANCOM XS-6128QF

Berechnungsgrundlage für ein redundantes Szenario mit Stack in Ring-Topologie

$n * m/2 =$	Anzahl möglicher Access Switches
n	Anzahl der Aggregation Switches (max. 8)
m	Downlink-Ports (max. 20)
$/2$	Redundanter Anschluss eines Access Switches an zwei Aggregation Switches
$8 * 20/2 =$	80 (max.)

LANCOM XS-6128QF



Abb. 14: Stacking-Ports-Konfiguration auf der Rückseite des LANCOM XS-6128QF (4 x 50G)

Large Enterprise – Sehr große Netzwerke im Three-Tier-Szenario auf Basis des LANCOM XS-6128QF

Unsere Designempfehlung: Ein Aggregation Switch-Stack bestehend aus acht XS-6128QF, mit Anbindung an ein Rechenzentrum oder einen Core Switch beschreibt das nachfolgende Szenario. Wir finden ein solches Netzdesign beispielsweise in großen Campus-Netzwerken mit vielen Gebäudeteilen, aber auch in großen Enterprise-Netzwerken mit tausenden von Mitarbeitern in mehrstöckigen Gebäudekomplexen.

In diesem Beispiel werden also acht LANCOM XS-6128QF als Aggregation Switch und der LANCOM GS-3152XP als Access Switch eingesetzt.

Am 8er-Cluster stehen insgesamt 160 SFP+-Downlink-Ports zur Verfügung, über die 80 Access Switches redundant angebunden werden können, wobei jeder Access Switch max. 48 Client-Ports bereitstellt. Das bedeutet: In diesem Netzwerk können bis zu max. 80 Access Switches des zuvor erwähnten Modells mit jeweils 48 Downlink-Ports betrieben, also bis zu 3.840 Clients angeschlossen werden. Über die zuvor beschriebenen Uplink-Ports an diesen Aggregation Switches findet die Anbindung an die übergeordnete Core-Ebene statt. Die rückseitig angebrachten 4x 50G SFP-DD Stacking-Ports liefern 200 GBit/s Port-Kapazität. Das entspricht exakt der 20x SFP+ Downlink-Ports (non-blocking). Im Full-Duplex-Betrieb bedeutet das eine Stacking-Kapazität von 400 GBit/s.

Der LANCOM XS-6128QF besitzt an der Rückseite 4 dedizierte SFP-DD (50G) Hardware-Stacking-Ports. Über diese können die Stack-Einheiten mit insgesamt 200G Portkapazität verbunden werden.

Verdeutlichende Berechnung

$8 * XS-6128QF * 20 \text{ Downlink-Ports} = 160 \text{ Downlink-Ports}$
$160 \text{ Downlink-Ports} / 2 \text{ (redundanter Betrieb)} = 80 \text{ Access Switches}$
$80 \text{ mögliche Access Switches (hier jeweils 48 Downlink-Ports)}$
$= 80 \text{ Access Switches} * 48 \text{ Downlink-Ports} = \mathbf{3.840 \text{ Ports}}$

Um die Leistungsfähigkeit der zuvor aufgeführten Berechnung etwas anschaulicher zu machen, wird der beschriebene Aufbau, der den Betrieb von bis zu 3.840 Clients ermöglicht, in ein auf ein markantes Bürogebäude, wie sie beispielsweise die eindrucksvolle Frankfurter Skyline bietet, bezogen. So bietet das zweitgrößte Gebäude der Mainmetropole fast 3.000 Menschen, die auf 56 Stockwerken verteilt sind, eine Arbeitsumgebung. Das dort benötigte Three-Tier-Szenario wäre ab der Aggregations-Ebene (Ebene zur Verteilung im Gebäude) also exzellent mit dem LANCOM XS-6128QF und dem nachfolgend beschriebenen Systemaufbau (siehe Szenario in Abb. 17) netzwerkseitig zu versorgen.

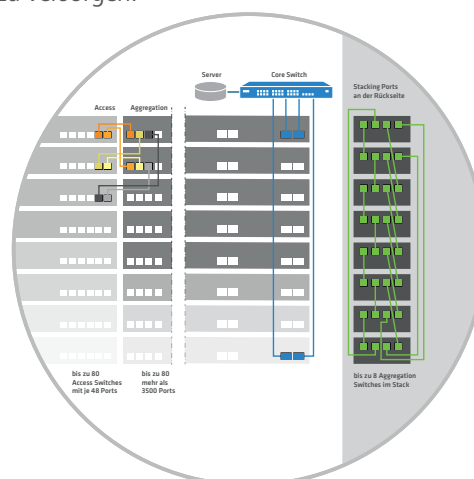


Abb. 15: Detailansicht mit bis zu acht LANCOM XS-6128QF in Ring-Topologie-Stacking

XS-6128QF TWO-TIER LARGE ENTERPRISE-SZENARIO (BIS ZU 8 SWITCHES IM STACK)

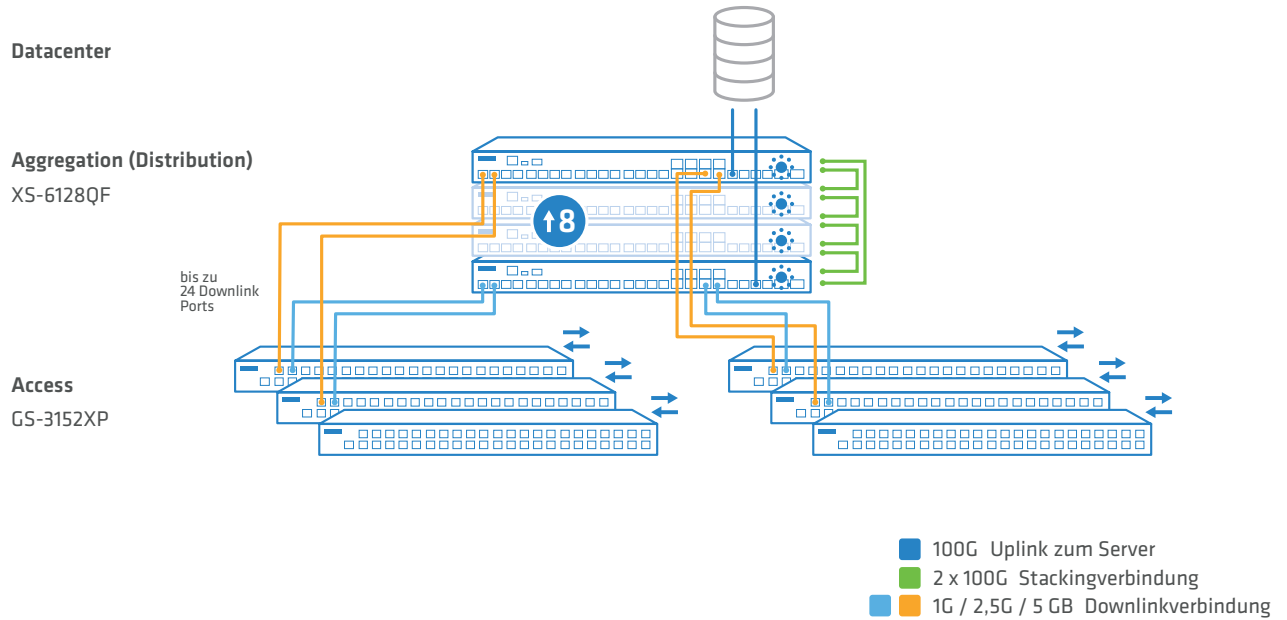


Abb. 16: Collapsed Core-Szenario und Uplink zum Datacenter mit dem LANCOM XS-6128QF

XS-6128QF THREE-TIER LARGE ENTERPRISE-SZENARIO (BIS ZU 8 SWITCHES IM STACK)

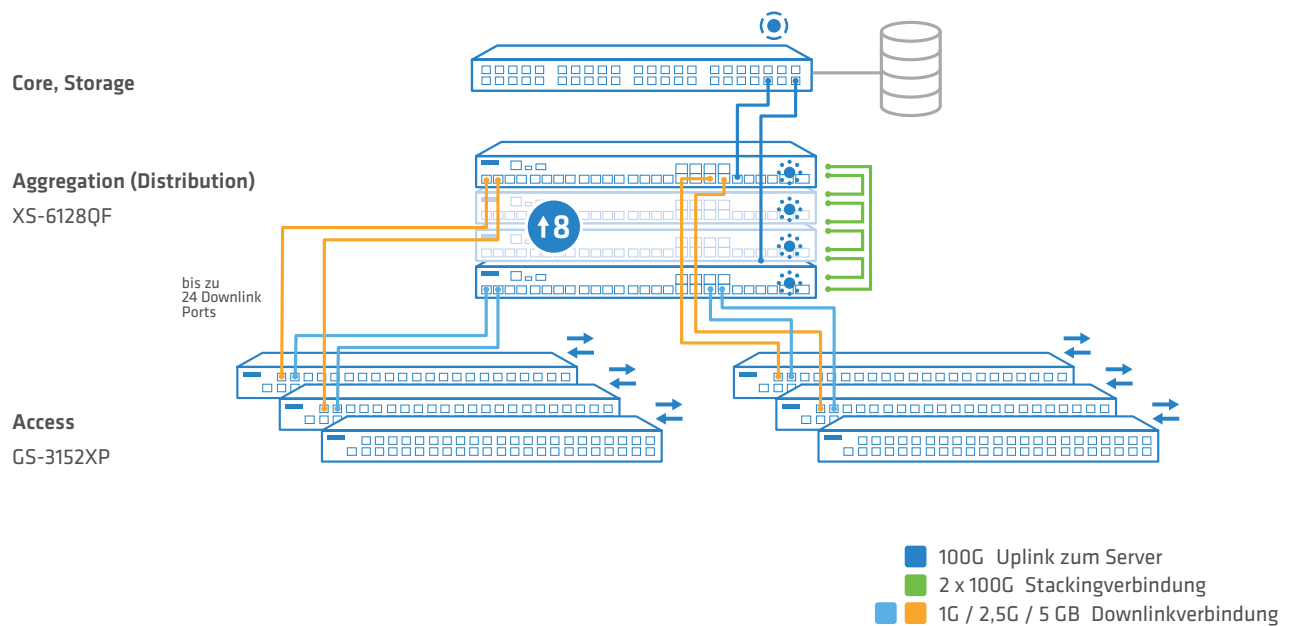


Abb. 17: Three-Tier-Szenario zur Redundanzhöhung mit bis zu acht LANCOM XS-6128QF im Stack

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