



**Ausführlicher Labortestbericht
DR120911**

**Managed Stackable Switches für den SMB-Bereich
im Vergleich
Cisco
D-Link
Hewlett-Packard
Netgear**

12. Oktober 2012

Miercom
www.miercom.com

Inhalt

1.0 Zusammenfassung	3
1.1 Diagramm zur Testumgebung	4
1.2 Bei den Tests verwendete Produkte	4
2.0 Beschreibung der Switches	5
2.1 Skalierbarkeit und Kapazität.....	8
3.0 Stacking-Konfiguration und Leistung	9
3.1 Stack-Konfiguration	9
3.2 Stack-Durchsatz	18
3.3 Stack-Failover	20
4.0 Energieeffizienz	22
5.0 Leistungstests	27
5.1 Full-Mesh-Durchsatz	27
5.2 Größe der MAC-Tabelle	29
6.0 Netzwerkstabilität und Sicherheit.....	30
6.1 Reaktionsfähigkeit der Switch-Verwaltung bei Angriffen	30
7.0 Benutzerfreundlichkeit	37
7.1 Cisco (Serien SF500, SG500, SG500X)	37
7.2 Netgear (Serien GSM7252PS, GSM7352S)	39
7.3 D-Link (Serien DGS-3120-48PC, DGS-3120-48TC).....	40
7.4 HP-Serie 2910al	41
8.0 Betriebskosten mit Preisnormalisierung.....	43
8.1 Preis je Gigabit im Vergleich	43
8.2 Switch-Kosten je PoE-Watt	44
9.0 Fazit	45
10.0 Übertragbarkeit der Testergebnisse	46

1.0 Zusammenfassung

Im Gesamtbild hinterließen die umfassenden Funktionen, die Leistungsfähigkeit, die Energieeffizienz und die Benutzerfreundlichkeit der Cisco-Switches der Serien SF500 und SG500 einen hervorragenden Eindruck. Insbesondere haben wir festgestellt, dass Cisco bei den Konfigurationsparametern für VLANs, MACs, ACLs und IP-Routen die beste Leistung und Skalierbarkeit bot. Des Weiteren konnten die Switches einem DoS-Angriff am meisten entgegensetzen. Zudem legten die Cisco-Switches bei Messungen unter Bezugnahme auf normalisierte Preise (auf der Basis von Kennzahlen wie Preis je Gigabit oder Preis je PoE-Watt) die größte Wirtschaftlichkeit an den Tag. Schließlich waren sie auch beim Gesamtenergieverbrauch und den Energiesparfunktionen führend. Die bei diesem Test geprüften Cisco-Switches waren einfacher zu konfigurieren und zu implementieren als die Konkurrenzprodukte, leiteten Full-Mesh-Daten in allen Frame-Größen bei Leitungsgeschwindigkeit ohne Paketverlust weiter und boten die umfassendste Unterstützung für den Umstieg auf IPv6.

Im vorliegenden Bericht werden die Testergebnisse für webverwaltete Switch-Produkte für den SMB-Markt (Small and Medium Business, kleine und mittlere Unternehmen) behandelt. Schwerpunktmäßig werden die Merkmale und Leistungseigenschaften von Cisco-Switches der Serien SF500, SG500 und SG500X mit denen ähnlicher Produkte von HP, D-Link und Netgear verglichen.

Im Mittelpunkt steht dabei Switch-Stacking. Switch-Anbieter statten ihre Switches mit Stacking-Funktionen aus, die die Netzwerkadministration vereinfachen und Skalierbarkeit, Stabilität und Flexibilität bieten. Stackable Switches sollten den zentralen Zugriff über eine grafische Oberfläche oder CLI ermöglichen. Stackable Switches können einem vorhandenen Stack hinzugefügt werden, um die Portdichte zu erhöhen. Ein Switch-Stack sollte stabil sein. Dies ist anders als beim Switch-Clustering, bei dem der Cluster nicht als eine einzige Einheit fungiert. Es sollte möglich sein, Stackable Switches für die Verwendung in einem Stack oder als eigenständigen Switch zu konfigurieren. Diese vier Hauptbereiche wurden getestet. Anschließend wurden die Ergebnisse der vier Anbieter verglichen.

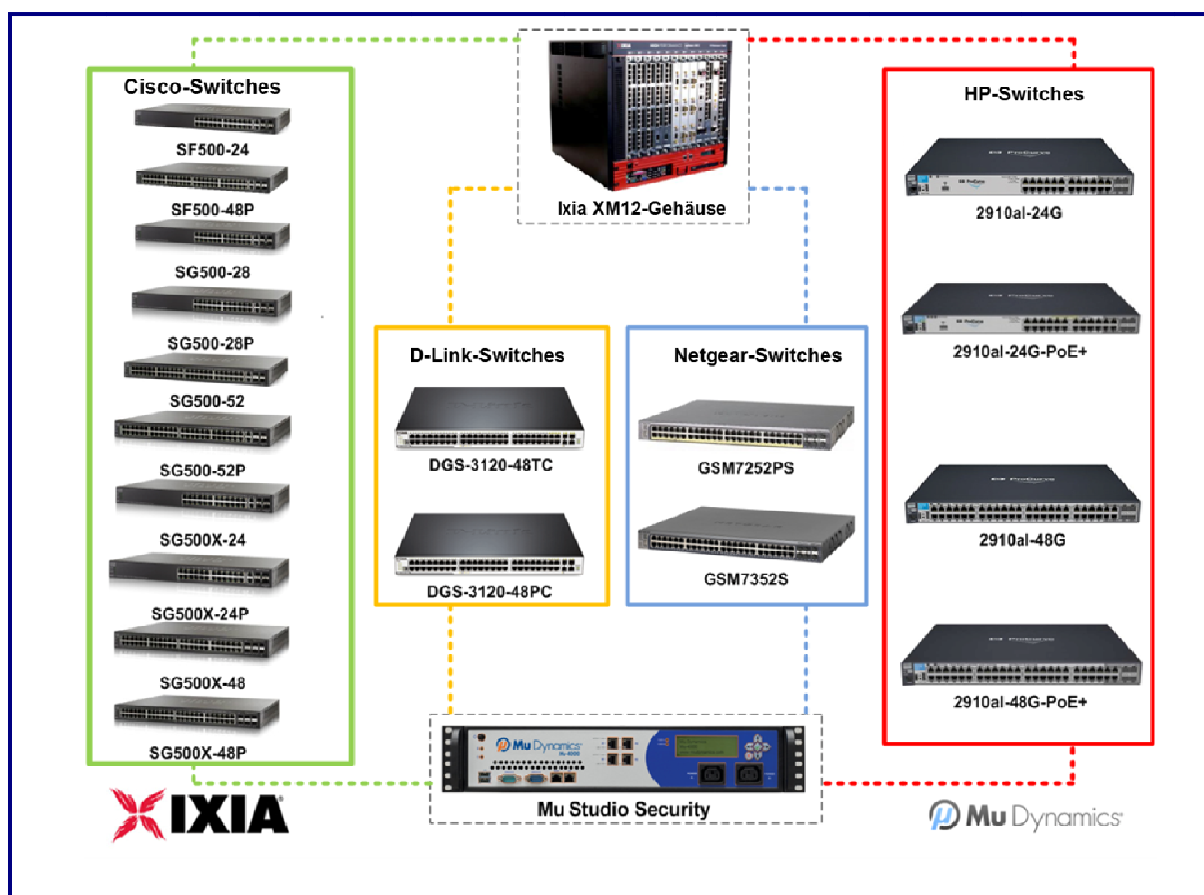
Dieser von Cisco Systems finanzierte Bericht wurde auf der Grundlage von Daten erstellt, die vollständig und unabhängig im Zuge des Miercom Ethernet Switch Industry Assessments erfasst wurden. Hierbei werden allen Anbietern die gleichen Möglichkeiten zur Teilnahme und zur Mitwirkung an der Testmethodik geboten. Allen an diesen Tests mitwirkenden Anbietern wurde Gelegenheit gegeben, ihre Produkte darzustellen. Zudem haben die Anbieter auch weiterhin die Möglichkeit, aktiv am Industry Assessment teilzunehmen und die im Labortest gewonnenen Erkenntnisse in Frage zu stellen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die Cisco-Switches der Serien SF500 und SG500 in denjenigen für den Markt für SMB-Switches relevanten Bereichen, die zur Analyse ausgewählt wurden, überlegen gezeigt haben.

Rob Smithers

CEO, Miercom

1.1 Diagramm zur Testumgebung



1.2 Bei den Tests verwendete Produkte

Ixia (www.ixiacom.com) ist Branchenführer im Bereich IP-Leistungstests. Realer Datenverkehr wird von Ixias XM12-Gehäuse mit Testanwendungen generiert. Hauptsächlich ist hier IxAutomate für das Switching in den Layern 2 und 3 und das Routing des Datenverkehrs zu nennen.

Mit Mu Studio Security (www.mudynamics.com) steht eine vollständige Service-Assurance-Lösung zur Verfügung, mit der sich Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit IP-basierter Anwendungen und Services bestimmen lassen. Die Mu-Lösung ist hochgradig automatisiert und bietet Lights-Out-Isolierung von Fehlern. Mu Studio Security beschleunigt nicht nur die Behebung von Softwarefehlern, sondern stellt auch praxisorientierte Berichte und vollständige Daten zu allen möglichen Fehlern bereit. Die Tests auf Basis der Mu-Lösung werden über eine Vielzahl von Oberflächen verwaltet. Hierzu gehört auch eine intuitiv erfassbare grafische Benutzeroberfläche auf Webbasis. Zudem können Tests mithilfe von REST- oder XML-basierten APIs auch remote gesteuert und so in gängige Frameworks zur Laborautomation wie HPQC oder STAF integriert werden.

2.0 Beschreibung der Switches

Alle in diesem Bericht behandelten Switches sind für den SMB-Markt gedacht. Sie weisen jeweils unterschiedliche technische Daten und Funktionen auf und sind mit 24, 28, 48 oder 52 Ports sowie zusätzlichen Gigabit-Uplinks auf Kupfer- oder Glasfaserbasis ausgestattet. Einige verfügen über dedizierte Stacking-Ports oder SFP+-Ports für Stacking. Bei den Tests wurde die neueste Firmware verwendet. Zum Vergleich werden die Switches unten beschrieben.

Cisco (Serien SF500, SG500, SG500X)

Generell boten alle getesteten Cisco-Switches Energiesparfunktionen. Alle Switches unterstützen Energieerkennung, den Modus für kurze Reichweite und die Möglichkeit zum Deaktivieren der Port-LEDs. Die Cisco-Switches mit Ausnahme der Switches der Serie SF500 unterstützen EEE (Energy Efficient Ethernet). Die Funktionen dieser drei Merkmale werden im Abschnitt zur Energieeffizienz auf Seite 21 ausführlich behandelt.

Da die Switches der Serien SF500 und SG500-28 außerdem ohne Lüfter konzipiert sind, ergibt sich eine höhere allgemeine Energieeffizienz.

Stacking-Anzeigen auf der Vorderseite ermöglichen das schnelle Erkennen der Rolle eines Stack-Mitglieds. Cisco-Switches unterstützen im Gegensatz zu den Konkurrenzprodukten von HP, Netgear und D-Link eine Mischung aus 10/100- und Gigabit-Switches im gleichen Stack.

Es werden sowohl Layer 2- als auch Layer 3-Funktionen und Verkehrsbehandlung unterstützt. POE+ wird an allen Ports der PoE-Modelle von Cisco unterstützt.

5G-Stack-Links werden vom SF500 und vom SG500 unterstützt, während der SG500X über 10G-Stack-Links verfügt. Stack-Ports von Cisco können auch als Netzwerkports verwendet werden, sodass die Switches flexibel und ohne Portverlust im eigenständigen Modus genutzt werden können. Dadurch kann außerdem das kostengünstigste Stacking erzielt werden. Für die Konfiguration stehen eine CLI und eine grafische Oberfläche zur Verfügung.

Modell	Produkt-kategorie	PoE 802.3at und 802.3af	Firmware-version	Uplinks	Energiespar-funktion
SF500-24	10/100	N	1.2.7.76	2 GbE-Kombinationsports 2 – 1G/5G SFP	J
SF500-48P	10/100	J	1.2.7.76	2 GbE-Kombinationsports 2 – 1G/5G SFP	J
SG500-28	GbE	N	1.2.7.76	2 GbE-Kombinationsports 2 – 1G/5G SFP	J
SG500-28P	GbE	J	1.2.7.76	2 GbE-Kombinationsports 2 – 1G/5G SFP	J
SG500-52	GbE	N	1.2.7.76	2 GbE-Kombinationsports 2 – 1G/5G SFP	J
SG500-52P	GbE	J	1.2.7.76	2 GbE-Kombinationsports 2 – 1G/5G SFP	J

Modell	Produkt-kategorie	PoE 802.3at und 802.3af	Firmware-version	Uplinks	Energiespar-funktion
SG500X-24	GbE	N	1.2.7.76	4 – 10G SFP+	J
SG500X-24P	GbE	J	1.2.7.76	4 – 10G SFP+	J
SG500X-48	GbE	N	1.2.7.76	4 – 10G SFP+	J
SG500X-48P	GbE	J	1.2.7.76	4 – 10G SFP+	J

Netgear (Serien GSM7252PS, GSM7352S)

Beide 48-Port-Switches sind mit dedizierten Stacking-Ports und zwei 10G-SFP+-Ports ausgestattet. Aus den Stacking-Anzeigen auf der Vorderseite gehen die Einheitennummer und die Rolle des Stack-Mitglieds hervor.

Der GSM7252PS-Switch unterstützt PoE+ an den ersten acht Ports und Standard-PoE an den übrigen.

PoE+-Ports stellen max. 30 Watt pro Port bereit, während PoE-Ports max. 15,4 Watt bereitstellen können.

Keiner der Switches unterstützt Energiesparfunktionen.

Es werden sowohl Layer 2- als auch Layer 3-Funktionen und Verkehrsbehandlung unterstützt.

Für die Konfiguration stehen eine CLI und eine grafische Oberfläche zur Verfügung.

Modell	Produkt-kategorie	PoE	Firmware-version	Uplinks	Energiespar-funktion
GSM7252PS	GbE	J	8.0.3.25	4 GbE-Kombinationsports 2 – 10G SFP+	N
GSM7352S	GbE	N	8.0.3.25	4 GbE-Kombinationsports 2 – 10G SFP+	N

HP (Serien 2910al-24G, 2910al-48G)

Die Switches der Serie 2910al hatten 24 oder 48 Ports mit oder ohne PoE.

Auf der Vorderseite gab es keine Anzeigen für Stacking, da diese Switches nicht wie die getesteten Switches von Cisco, Netgear und D-Link Stacking im klassischen Sinn unterstützen. Echtes Stacking bietet eine Ebene für einheitliche Verwaltung, Steuerung und Weiterleitung. Bei den HP-Switches ist die Verwaltungsebene zum Teil vereinheitlicht (alle Switches sind über eine einzige IP-Adresse erreichbar), jedoch wird in jeder Einheit im „Stack“ eine eigene Instanz von Spanning Tree, SNMP-Agent, RMON-Agent usw. ausgeführt. Außerdem werden ARP-Tabellen, MAC-Adressentabellen und VLAN-Tabellen in der Implementierung von HP nicht im gesamten Stack synchronisiert, sondern unabhängig voneinander verwaltet. Im einem echten Stack können Port-Spiegelung und Link-Aggregation für alle Einheiten im Stack implementiert werden. Die im Test untersuchten Switches von Cisco, Netgear und D-Link unterstützen dies, die 2910al-Switches von HP jedoch nicht. Weitere Stacking-Beschreibungen finden Sie in Abschnitt 3.

Es werden sowohl Layer 2- als auch Layer 3-Funktionen und Verkehrsbehandlung unterstützt.

Keiner der Switches der Serie unterstützt Energiesparfunktionen.

PoE wird an allen Ports unterstützt.

Die grafische Oberfläche muss durch Zuweisen einer IP-Adresse für den Zugriff über die CLI aktiviert werden.

Modell-Nr.	Produkt-kategorie	PoE	Firmware-version	Uplinks	Energiespar-funktion
2910al-24G	GbE	N	W.14.49	4 – 10/100/1000-Kombinationsports	N
2910al-24G-PoE+	GbE	J	W.14.49	4 – 10/100/1000-Kombinationsports	N
2910al-48G	GbE	N	W.14.49	4 – 10/100/1000-Kombinationsports	N
2910al-48G-PoE+	GbE	J	W.14.49	4 – 10/100/1000-Kombinationsports	N

D-Link (Serie DGS-3120)

Beide 48-Port-Switches waren mit dedizierten Stacking-Ports und vier GbE-Kombinations-Uplinks ausgestattet.

Auf der Vorderseite befinden sich Stacking-Anzeigen, aus denen die Einheitennummer und die Rolle des Stack-Mitglieds hervorgeht.

Es werden sowohl Layer 2- als auch Layer 3-Funktionen und Verkehrsbehandlung unterstützt.

Für die Konfiguration stehen eine CLI und eine grafische Oberfläche zur Verfügung.

Energiesparfunktionen werden unterstützt (siehe Seite 21).

Modell-Nr.	Produkt-kategorie	PoE	Firmware-version	Uplinks	Energiespar-funktion
DGS-3120-48TC	GbE	N	R2.00.010	4 GbE-Kombinationsports	J
DGS-3120-48PC	GbE	J	R2.00.010	4 GbE-Kombinationsports	J

2.1 Skalierbarkeit und Kapazität

Angesichts der zunehmenden Größe von Netzwerken werden Switches mit umfangreicheren MAC-Tabellen und Unterstützung für mehr VLAN-Einträge, ACL-Regeln und IP-Routen ausgestattet. Diese vier Merkmale werden für die verschiedenen Switch-Kategorien verglichen. Die Kapazitätswerte wurden den Produktdatenblättern entnommen.

Switch-Kapazität

Konfiguration	Modell	Layer 2		Layer 3	
		Größe der MAC-Tabelle	Max. Anzahl VLANs	ACL-Regeln	IP-Routen
24 Ports, 10/100	Cisco SF500-24	16,384	4,096	2,000	128
48 Ports, 10/100	Cisco SF500-48P	16,384	4,096	2,000	128
24/28 Ports, Gigabit	Cisco SG500X-24	16,384	3,000	2,000	128
	Cisco SG500X-24P	16,384	3,000	2,000	128
	Cisco SG500-28	16,384	4,096	2,000	128
	Cisco SG500-28P	16,384	4,096	2,000	128
	HP 2910al-24G	16,384	256	512	256
	HP 2910al-24G-PoE+	16,384	256	512	256
48/52 Ports, Gigabit	Cisco SG500X-48	16,384	3,000	2,000	128
	Cisco SG500X-48P	16,384	3,000	2,000	128
	Cisco SG500-52	16,384	4,096	2,000	128
	Cisco SG500-52P	16,384	4,096	2,000	128
	D-Link DGS-3120-48PC	16,384	4,000	512	512
	D-Link DGS-3120-48TC	16,384	4,000	512	512
	HP 2910al-48G	16,384	256	512	256
	HP 2910al-48G-PoE+	16,384	256	512	256
	Netgear GSM7252PS	8,192	1,024	1,024	224
	Netgear GSM7352S	8,192	4,000	1,024	480

Die Größe der MAC-Tabelle lag Switch-übergreifend zwischen 8.192 und 16.384, die Anzahl der ACL-Regeln zwischen 512 und 2.000, die der VLANs zwischen 256 und 4.096 und die der IP-Routen zwischen 128 und 480.

Alle Switches unterstützen 16.384 MAC-Adressen. Einzige Ausnahme ist der Switch von Netgear, der 8.192 Adressen unterstützt.

Die Cisco-Switches hatten die höchste VLAN-Kapazität (4.096) und die meisten ACL-Regeln (2.000).

Netgear-Switches unterstützen mit 480 die meisten IP-Routen.

3.0 Stacking-Konfiguration und Leistung

Die Leistung der Stackable Switches für den SMB-Bereich wurde in einer Stacking-Konfiguration getestet. Dazu wurde Partial-Mesh-Verkehr durch den Stack geleitet, um die maximal im Stack erreichbare Bandbreite zu ermitteln. Bei weiteren Tests wurde der Switch-Master konfiguriert und überprüft, ob die Konfiguration gespeichert wird, wenn der Master-Switch entfernt wird.

Wenn ein Stack als Ring konfiguriert ist, können die einzelnen Switches über einen der beiden Stack-Ports miteinander kommunizieren. Eine Ringkonfiguration ermöglicht maximale Verfügbarkeit mit höchstens minimalen Verkehrsverlusten. Eine andere Stack-Konfiguration ist die Kettentopologie. In einer Kettentopologie ist nur unidirektionale Kommunikation mit dem nächsten Switch möglich. Wenn ein Kabel entfernt wird oder bei aktivem Verkehr ausfällt, wird der Verkehr angehalten. Eine Ringtopologie verhindert diese Art von Fehler und ist unerlässlich für hohe Verfügbarkeit und minimale Verkehrsverluste in einem Switch-Stack.

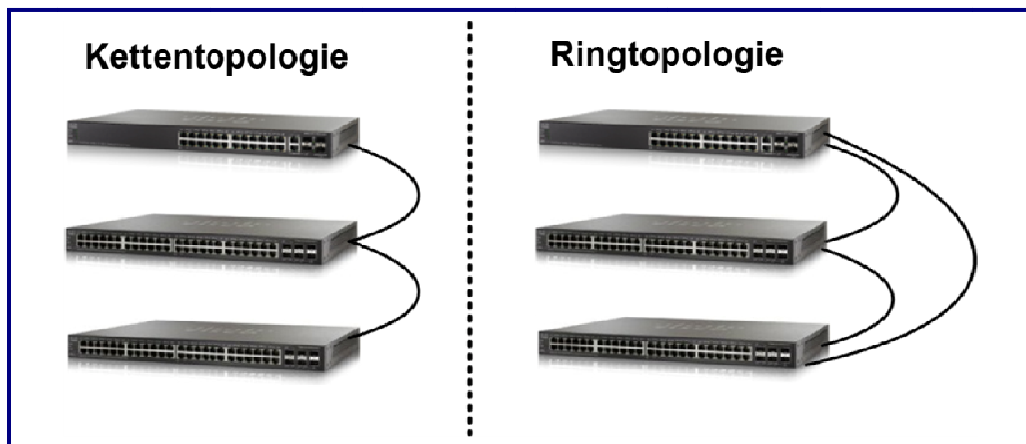
Eine echte Stacking-Architektur bietet eine Ebene für einheitliche Verwaltung, Steuerung und Weiterleitung. Beim Clustering (das bei den HP-Switches manchmal als Stacking bezeichnet wird) ist die Verwaltungsebene zum Teil vereinheitlicht (alle Switches sind über eine einzige IP-Adresse erreichbar), jedoch wird in jeder Einheit im „Stack“ eine eigene Instanz von Spanning Tree, SNMP-Agent, RMON-Agent usw. ausgeführt. Außerdem werden ARP-Tabellen, MAC-Adressentabellen und VLAN-Tabellen in der Implementierung von HP nicht im gesamten Stack synchronisiert, sondern unabhängig voneinander verwaltet. Im einem echten Stack können Port-Spiegelung und Link-Aggregation für alle Einheiten im Stack implementiert werden. Die Switches von Cisco, Netgear und D-Link unterstützen dies, die HP-Switches jedoch nicht.

3.1 Stack-Konfiguration

Cisco

Bei echtem Stacking wird der Stack automatisch gebildet. Die Anzahl der benötigten Stacking-Kabel entspricht der Anzahl der Switches (bei Konfiguration in einer Kettentopologie) plus einem zusätzlichen Kabel (bei Konfiguration in einer Ringtopologie). Nach dem Einschalten bestimmen die Switches automatisch anhand der niedrigsten MAC-Adresse den Stack-Master. Die übrigen Switches werden zu zweiten und dritten Einheiten. Die zweite Einheit wird außerdem für den Fall eines Fehlers bei einem primären Master als sekundärer Master zugewiesen. Die Benutzer können außerdem die Master-, Backup- und Slave-Einheiten manuell festlegen.

Kettentopologie im Vergleich zur Ringtopologie



Eine Ringtopologie ist eine stabile Stacking-Konfiguration, die durch Hardware-Failover hohe Verfügbarkeit und minimale Verkehrsverluste ermöglicht. Clustering unterstützt Failover über Software (Spanning Tree).

Die Stack-Leistung war bei den Tests eine wichtige Metrik. Wie sieht es jedoch mit der Leistung des Stacks in Bezug auf Konfiguration und Benutzerfreundlichkeit aus? Der Cisco-Stack ermöglicht die zentrale Verwaltung über eine grafische Oberfläche oder eine CLI. Konfigurationen können über den Stack-Master vorgenommen werden und werden sofort mit dem sekundären Master synchronisiert. Wenn dann der sekundäre Master zum primären Stack-Master wird, enthält er alle bereits vorgenommenen Konfigurationen.

Um die ordnungsgemäße Funktionalität des Cisco-Stacks sicherzustellen, müssen alle Switches im Stack den gleichen Softwarecode enthalten. Wenn ein neuer Switch ohne geeigneten Softwarecode hinzugefügt wird, lädt der Master automatisch die richtige Software herunter und installiert sie. Anschließend werden die einzelnen Switches neu gestartet.

Cisco – Stacking-Konfiguration

Systemmodus und Stack-Verwaltung

Betriebsstatus

Stack-Modus: Natives Stacking
Stack-Topologie: Ring
Systemmodus: L3
Stack-Master: Einheit 1
Masterwahlstatus: Automatische Masterwahl

Administrativer Status

Systemmodus: ☒ L2-Modus ☐ L3-Modus

Tabelle für Stack-Administrationseinstellungen

Stack-Einheitsnummer	Modellname	Stack-Verbindung 1	Stack-Verbindung 2	Konfiguration nach Neustart							
		Port	Kurzwahl	Nachbar	Port	Kurzwahl	Nachbar	Stack-Einheitenmodus	Stack-Einheitsnummer	Stack-Ports	Geschwindigkeit von Stack-Ports
☒	1 SG500X-24	S1	10G	Einheit 3	S2	10G	Einheit 2	Natives Stacking	Autom.	S1-S2 10G Stack	Autom.
☒	2 SG500X-24P	S1	10G	Einheit 1	S2	10G	Einheit 3	Natives Stacking	Autom.	S1-S2 10G Stack	Autom.
☒	3 SG500X-24P	S1	10G	Einheit 2	S2	10G	Einheit 1	Natives Stacking	Autom.	S1-S2 10G Stack	Autom.
								Standalone			
								Natives Stacking			

Die grafische Oberfläche von Cisco ermöglicht Benutzern den Zugriff auf Stacking-Konfigurationen vom primären Master-Switch.

Optionen für die Stacking-Konfiguration werden oben gezeigt. Die Benutzer können zwischen den Modi **Standalone** und **Natives Stacking** wählen und den Switches manuell Einheitennummern zuweisen. Stack-Ports können mit den Portgeschwindigkeiten **Automatisch**, **1G**, **5G** oder **10G** konfiguriert werden.

Die VLAN-Konfiguration für den Stack kann auf einem eigenen Bildschirm konfiguriert werden. Durch Umschalten zwischen den verschiedenen Switches können den VLANs Ports zugewiesen werden. Dies kann über den Stack-Master auf der grafischen Oberfläche eines Switches konfiguriert werden. Der Stack-Master-Switch kann der grafischen Oberfläche, der CLI und den LEDs an der Vorderseite entnommen werden.

Um die Stabilität des Stacks zu testen, wurden auf dem Stack-Master zwei VLANs erstellt. Die Konfiguration für VLAN 2 wurde nach der Konfiguration gespeichert. VLAN 3 wurde erstellt, ohne die Konfiguration zu speichern. Nach dem Entfernen des Stack-Masters übernahm der sekundäre Master dessen Rolle. VLAN 2 und VLAN 3 blieben erhalten. Es ist nicht notwendig, die aktuelle Konfiguration zu speichern.

Beim Entfernen des Stack-Masters übernahm der sekundäre Master sofort die Rolle des Masters. Anhand der grafischen Oberfläche und der CLI wurde überprüft, welcher Switch der Master und welcher der sekundäre Master war. Die Rolle des Switches im Stack und die zugewiesene Mitgliedsnummer gehen auch aus der Vorderseite des Switches hervor.

Eine weitere nützliche Funktion ist die Geräteansicht für den gesamten Stack, die Angaben zur Portverwendung und zu den Rollen der Stack-Mitglieder enthält. Änderungen der Portkonfiguration und Statistiken stehen zusammen mit Menüoptionen zur Aufgliederung in der Full Stack View zur Verfügung.

QoS, ACLs und andere Merkmale werden einmal für den gesamten Stack konfiguriert.

Die grafische Oberfläche für die hier getesteten Switches der Serie 500 ist identisch mit der der Switches der Serien 200 und 300, die zu einem früheren Zeitpunkt von Miercom getestet wurden (siehe Bericht DR120119).

Netgear

Die Netgear-Switches waren in einer Ringtopologie konfiguriert, um maximale Stabilität und Verfügbarkeit sicherzustellen. Die mit dedizierten Stacking-Ports ausgestatteten Switches können über die einzelnen Stack-Links einen Durchsatz von bis zu 12 GBit/s erreichen. Beim Entfernen des Stack-Masters übernahm der sekundäre Master sofort die Rolle des Masters. Anhand der grafischen Oberfläche und der CLI wurde überprüft, welcher Switch der Master und welcher der sekundäre Master war. Die Rolle des Switches im Stack und die zugewiesene Mitgliedsnummer gehen auch aus der Vorderseite des Switches hervor.

Netgear – Stacking-Konfiguration

Stack Configuration

Management Unit Selection

Management Unit Selected: 2

Stack Configuration

Unit ID	Switch Type	Hardware Management Preference	Admin Management Preference	Management Status	Switch Status
☐					
☐ 1	GSM7252PS	Unassigned	Preference 1	StackMember	OK
☐ 2	GSM7352Sv2	Unassigned	Preference 3	Management	OK
☐ 3	GSM7352Sv2	Unassigned	Preference 2	StackMember	OK

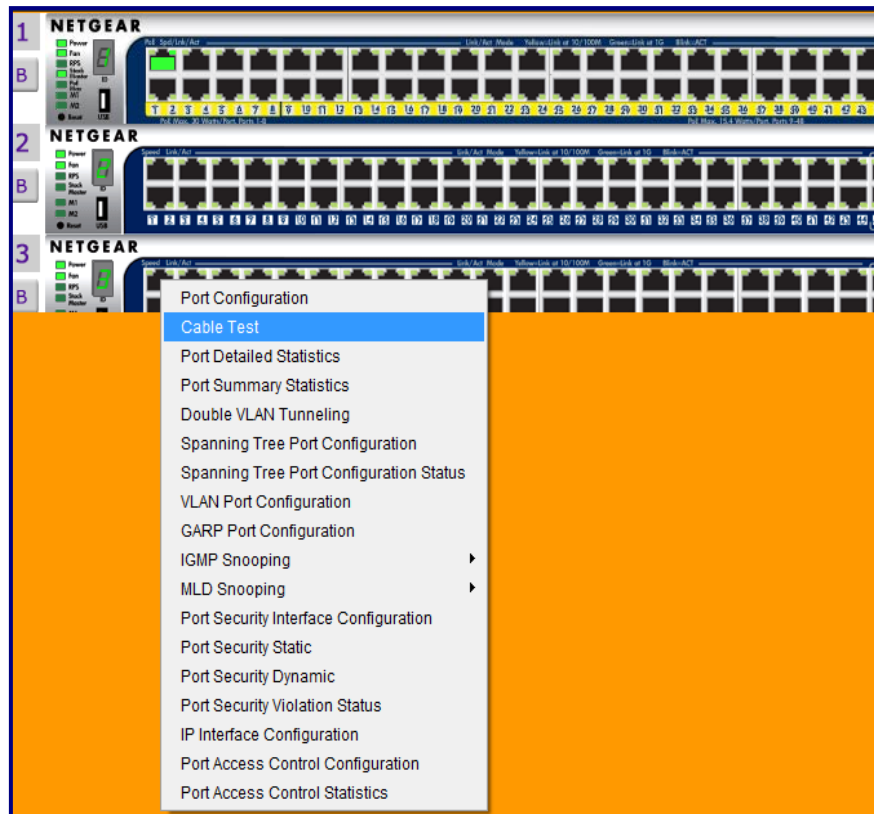
Basic Stack Status

Unit ID	Switch Description	Serial Number	Uptime	Configured Model Identifier	Plugged-in Model Identifier	Expected Code Type	Running Code Version	Code Version in Flash
1	48-Port GE L2+ Managed Stackable PoE Switch with 2 10GE SFP+ ports	2BW4195500025	0 days, 0 hours, 10 minutes, 0 secs	GSM7252PS	GSM7252PS	0x100b000	8.0.3.25	8.0.3.25
2	48-Port Gigabit Layer 3 Stackable Managed Switch with 2 10G SFP+ ports	24P3114K000DD	0 days, 0 hours, 10 minutes, 10 secs	GSM7352Sv2	GSM7352Sv2	0x100b000	8.0.3.25	8.0.3.25
3	48-Port Gigabit Layer 3 Stackable Managed Switch with 2 10G SFP+ ports	24P3084N0009F	0 days, 0 hours, 10 minutes, 7 secs	GSM7352Sv2	GSM7352Sv2	0x100b000	8.0.3.25	8.0.3.25

Die Benutzer können alle Stack-Mitglieder vom Stack-Master aus über eine grafische Oberfläche konfigurieren.

Auf einer Konfigurationsseite können sie Änderungen am Stack vornehmen, indem sie Switches verschiedene Voreinstellungen zuweisen und die Verwaltungseinheit oder die Einheits-ID ändern. Die Seite enthält zusätzliche Informationen wie beispielsweise Switch Description, Serial Number, Uptime, Model und Software Version. Eine weitere nützliche Funktion ist die Geräteansicht für den gesamten Stack, die Angaben zur Portverwendung und zu den Rollen der Stack-Mitglieder enthält. Änderungen der Portkonfiguration und Statistiken stehen zusammen mit Menüoptionen zur Aufgliederung in der Full Stack View zur Verfügung.

Netgear – Gesamtansicht des Stacks



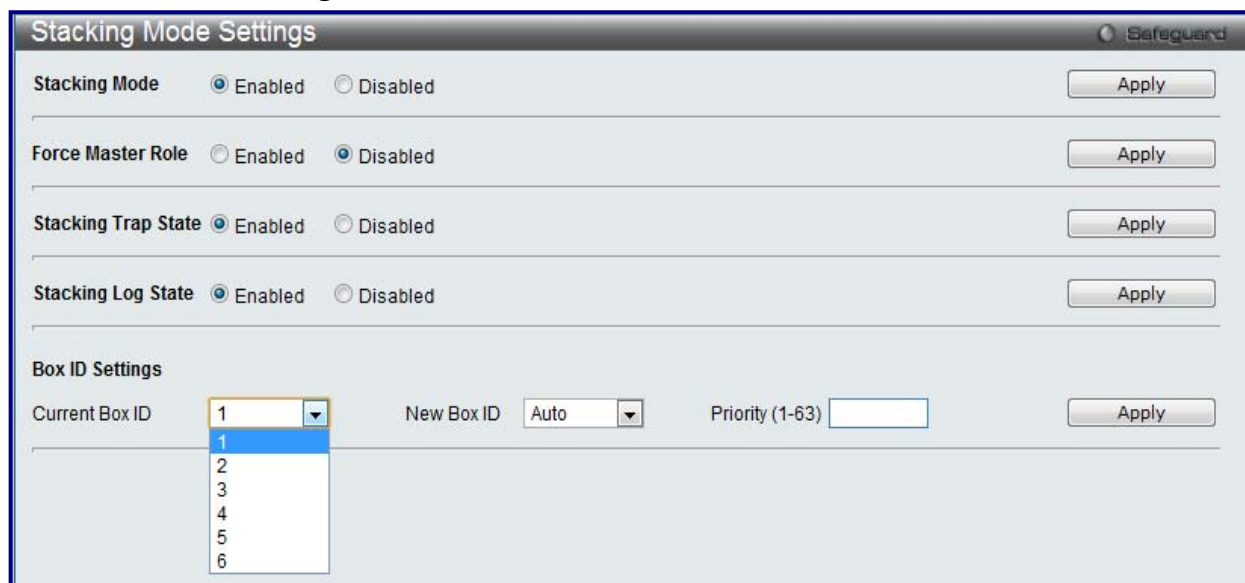
Netgear verfügt über eine Ansicht für den gesamten Stack (Full Stack View), auf der Konfigurationsänderungen für einzelne Ports möglich sind.

Um die Stabilität des Stacks zu testen, wurden auf dem Stack-Master zwei VLANs erstellt. Die Konfiguration für VLAN 2 wurde nach der Konfiguration gespeichert. VLAN 3 wurde erstellt, ohne die Konfiguration zu speichern. Nach dem Entfernen des Stack-Masters übernahm der sekundäre Master dessen Rolle. VLAN 2 wurde gespeichert, VLAN 3 war nicht mehr in der Konfiguration enthalten. Damit der Stack vollständig synchronisiert wird, muss die aktuelle Konfiguration gespeichert werden.

D-Link

D-Link-Switches verfügen über dedizierte Stacking-Ports, die über die einzelnen Stack-Links einen Durchsatz von bis zu 13 GBit/s erreichen können. Die Master Einheit wird vom Stack mithilfe eines Prozesses, bei dem die niedrigste MAC-Adresse ermittelt wird, automatisch gewählt. Ein Switch kann auch manuell als Master konfiguriert werden, indem ihm vor dem Anschließen an den Stack eine höhere Priorität zugewiesen wird. Aus Anzeigen auf der Vorderseite des Switches geht die Rolle jedes Switches hervor. Am Master werden die ID und ein großes H angezeigt. Am Backup-Master werden die ID und ein kleines h angezeigt. Die übrigen Switches im Stack sind Slaves. Wenn der primäre Master aus dem Stack entfernt wurde, übernimmt der Backup-Master sofort die Rolle des primären Masters. Wenn jedoch der primäre Master wieder mit dem Stack verbunden wurde, wurden der aktuelle primäre Master und der Slave automatisch neu gestartet. Der primäre Master wurde zum Master des Stacks, die zweite Einheit wurde zum Backup und die dritte Einheit zu einem Slave.

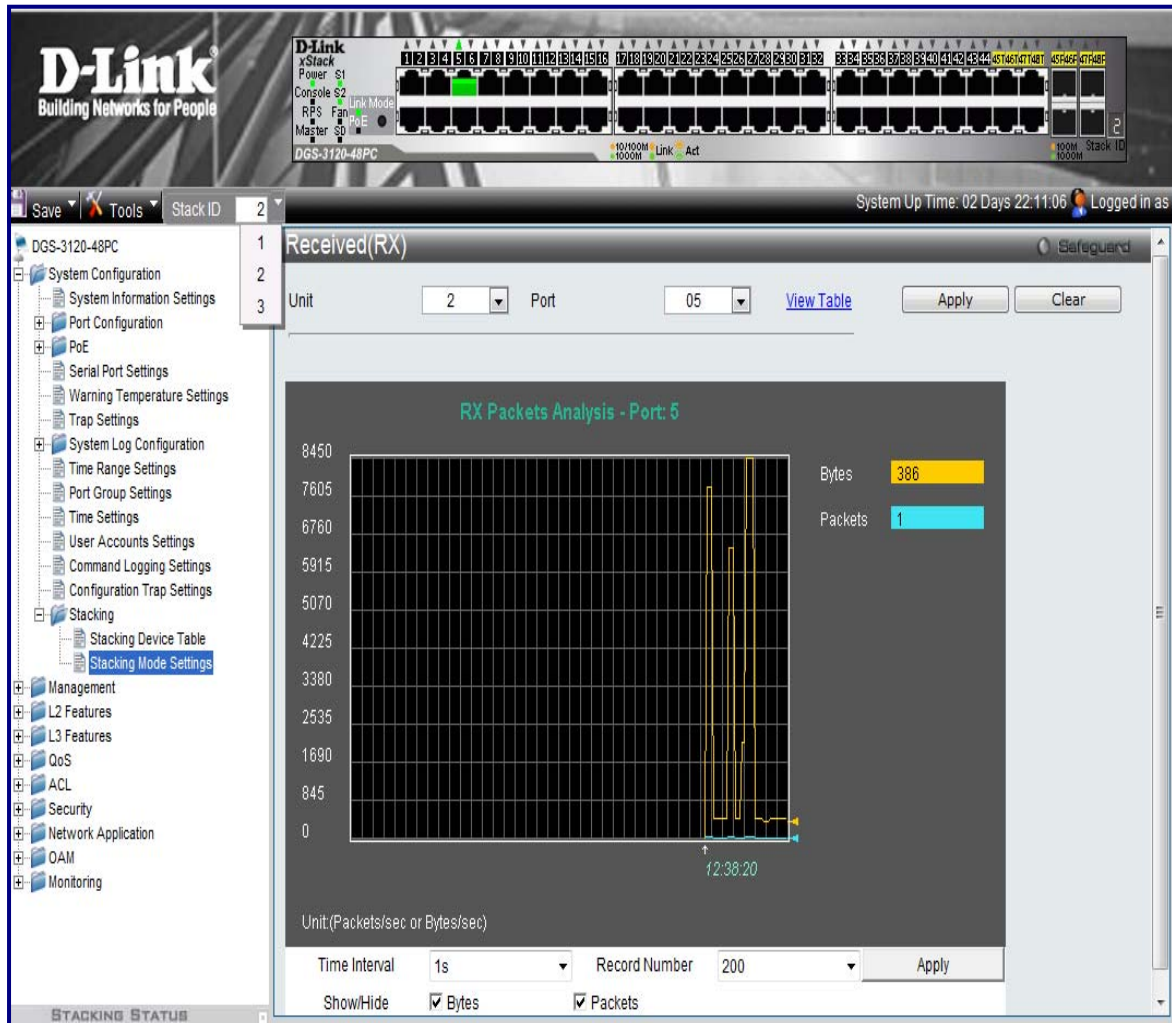
D-Link – Stack-Konfiguration



Über die grafische Oberfläche von D-Link können die Benutzer auf mehrere Stacking-Konfigurationen zugreifen.

Auf dem Stack-Konfigurationsbildschirm von D-Link können Prioritäten für Switches im Stack geändert werden. Die Benutzer können den Switch wahlweise im eigenständigen Modus oder im Stacking-Modus betreiben. Das Erzwingen als Master kann für einen Switch aktiviert werden. Für diese Konfiguration ist ein Neustart erforderlich.

D-Link-Stack



Über die grafische Oberfläche können die Benutzer zwischen verschiedenen Switches im Stack wechseln, um sie zu konfigurieren.

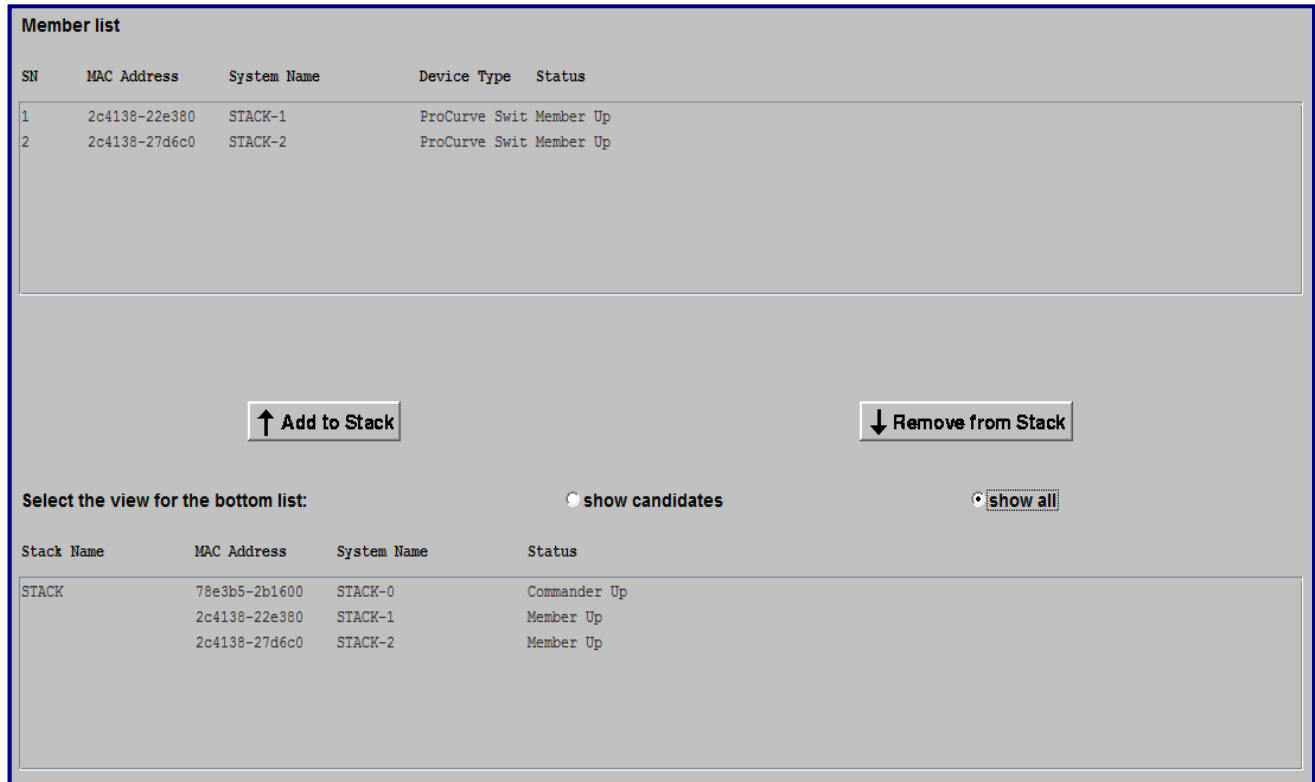
Auf der grafischen Oberfläche von D-Link können die Benutzer zwischen den verschiedenen Switches im Stack umschalten, indem sie eine Stack-ID auswählen. Wenn ein bestimmter Switch angezeigt wird, werden oben auf der Seite die Aktivitäten am Port und die Rolle des Switches im Stack angezeigt. Wenn an einem Port Aktivität vorhanden ist, wird dieser grün dargestellt. Die Benutzer können Portstatistiken anzeigen, indem sie auf den aktiven Port klicken.

Der D-Link-Stack wurde auf seine Stabilität getestet, um zu überprüfen, ob Konfigurationen beim Entfernen des Stack-Masters aus dem Stack automatisch gespeichert werden. Auf dem Stack-Master wurde ein VLAN erstellt, und die aktuelle Konfiguration wurde gespeichert. Ein zweites VLAN wurde erstellt, ohne die aktuelle Konfiguration zu speichern. Dann wurde der primäre Master aus dem Stack entfernt, und der sekundäre Master übernahm seine Rolle erfolgreich. Das zweite VLAN blieb erhalten, da die Konfigurationen automatisch im Stack synchronisiert wurden. Es ist nicht notwendig, die aktuelle Konfiguration zu kopieren. Dies gewährleistet, dass keine Konfigurationen verloren gehen, wenn der primäre Master aus dem Stack entfernt wird.

HP

Die Switches der Serie 2910al verfügen über SFP+-Stacking-Ports, die über die einzelnen Stack-Links einen Durchsatz von 10 GBit/s bieten. Um einen Stack mit den HP-Switches zu erstellen, muss manuell ein Commander konfiguriert werden, bevor dieser mit dem Stack verbunden wird. Switches der Serie 2910al können standardmäßig nicht automatisch einen Switch als Stack-Master zuweisen. Die verbleibenden Switches im Stack gelten als Kandidaten und werden Mitglieder, sobald sie im Stack konfiguriert sind. Zum Konfigurieren des Stacks wird die grafische Oberfläche oder die CLI des Commander-Switches verwendet.

HP – Stack-Konfiguration



SN	MAC Address	System Name	Device Type	Status
1	2c4138-22e380	STACK-1	ProCurve Swit	Member Up
2	2c4138-27d6c0	STACK-2	ProCurve Swit	Member Up

↑ Add to Stack ↓ Remove from Stack

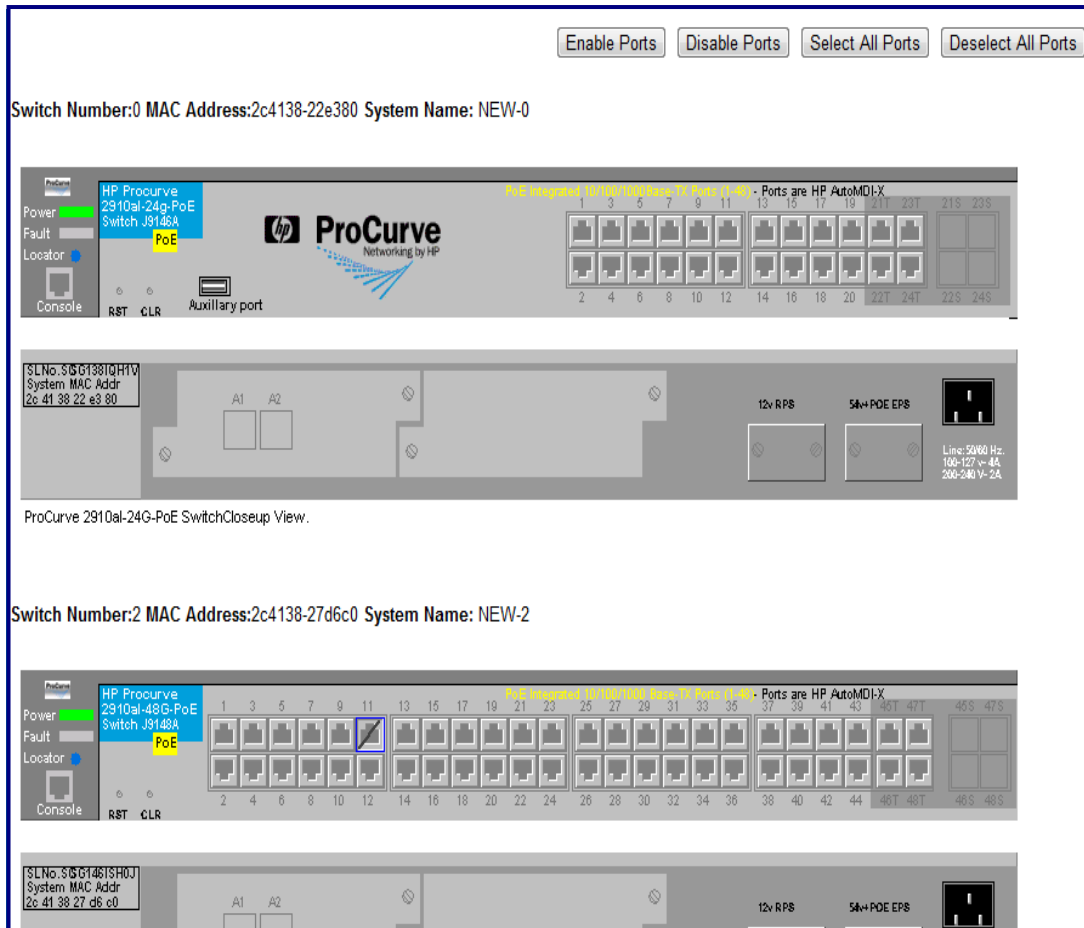
Select the view for the bottom list: ☒ show candidates ☐ show all

Stack Name	MAC Address	System Name	Status
STACK	78e3b5-2b1600	STACK-0	Commander Up
	2c4138-22e380	STACK-1	Member Up
	2c4138-27d6c0	STACK-2	Member Up

Über die grafische Oberfläche von HP können die Benutzer Switches in einem Stack hinzufügen oder entfernen.

Für die Stacking-Konfiguration wird die Stack-Verwaltungsseite verwendet. Die Benutzer können über den Stack-Commander Switches im Stack hinzufügen oder entfernen. Switches, die noch keinem Stack zugewiesen sind, gelten als Kandidaten. Sobald sie einem Stack zugewiesen sind, werden sie als Mitglieder bezeichnet. Der HP-Stack hat keinen Backup-Commander für den Fall eines Ausfalls des primären Commanders.

HP – Gesamtansicht des Stacks



Die Gesamtansicht des Stacks enthält die Switches, die zum Stack gehören.

Der Bildschirm "Full View Stack" zeigt die Switches, die zum Stack gehören. Angezeigt werden Details wie beispielsweise Nummer, MAC-Adresse und Systemname des Switches. Ports können durch Klicken auf die entsprechende Option für den angezeigten Port einfach deaktiviert oder aktiviert werden.

Auf der Vorderseite des Switches stehen keine Anzeigen zur Verfügung, aus denen die Rolle des Switches im Stack hervorgeht. Der Switch-Status kann nur über die grafische Oberfläche oder die CLI angezeigt werden.

Der HP-Stack hat keinen sekundären Commander. Wenn der primäre Commander aus dem Stack entfernt wurde, war der Stack nicht mehr funktionsfähig.

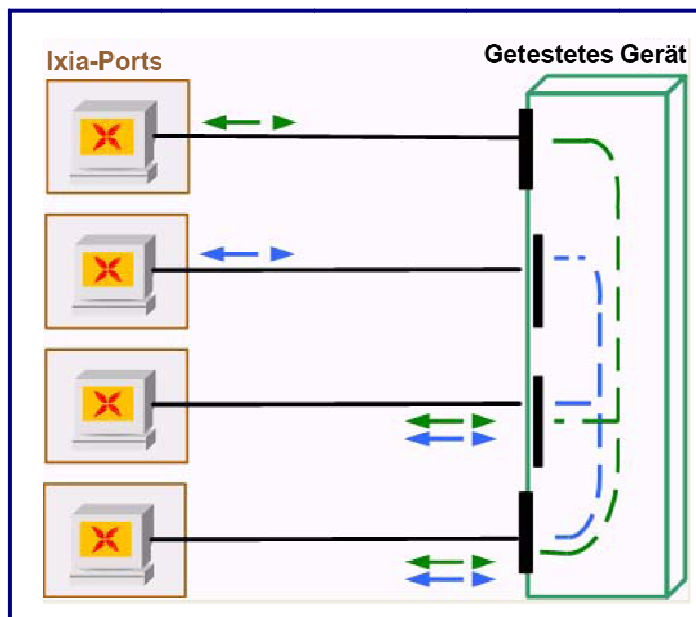
Bei einem HP-Stack müssen sich alle Ports, einschließlich der Stack-Ports, im gleichen VLAN befinden, damit Verkehr von einem Switch zum anderen fließen kann. HP-Switches fungieren wie bereits erwähnt nicht als echter Stack, sondern als Cluster. In einem Stack müssen normalerweise nur die Switch-Ports einem VLAN hinzugefügt werden.

ACLs und QoS müssen ebenfalls für jeden Switch einzeln anstatt einmalig für den Stack konfiguriert werden.

3.2 Stack-Durchsatz

Es wurden Durchsatztests auf der Grundlage von RFC 2889 (Partial Mesh) von zehn Ports eines Switches an zehn Ports eines anderen Switches ausgeführt. Auf diese Weise können alle Ports eines Switches Verkehr an alle Ports des anderen Switches senden. Der Verkehr ist bidirektional, sodass beide Switches an allen Ports Verkehr empfangen und senden. Frames mit einer Größe von 64 Byte bis 1518 Byte wurden für jede Frame-Größe dreißig Sekunden lang ausgeführt. Dadurch ergibt sich der Durchsatz für den gesamten Stack mit Frame-Verlusten.

Partial-Mesh-Test gemäß RFC 2889



Beim Partial-Mesh-Durchsatztest wird bidirektionaler Verkehr von einem Switch an einen anderen gesendet.

Cisco

Die Cisco-Switches der Serie SG500X unterstützen 10G-SFP+-Stack-Links. Jeder der Switches im Stack wurde mit zehn Ports geladen. Jeder Switch sendet das theoretische Maximum von 10 GBit/s.

Beim Partial-Mesh-Test erreichten die Cisco-Switches einen Durchsatz zwischen 95,520 % und 99,609 %. Der minimale Frame-Verlust war auf das Senden von VLAN-Verkehr ohne Tag zurückzuführen. Cisco-Switches verwenden nicht wie die Switches von D-Link und Netgear dedizierte Stack-Ports, sondern sie sind mit 5G- oder 10G-SFP+-Uplinks für die Stacking-Konfiguration ausgestattet. Die SFP+-Uplinks erfordern zusätzliche Felder im Frame-Header für das Stacking-Protokoll. Wenn die Switches jedoch mit Ports mit Tag im VLAN konfiguriert sind, kann der Stack für 68, 128, 256, 1024 und 1280 Byte große Frames einen Durchsatz von 100 % erreichen. 1518-Byte-Frames erreichen im gesamten Stack einen Durchsatz von 99,872 %.

Wenn Tagging aktiviert ist, kommen durch das 802.1Q-Tag vier Byte hinzu. Daher wurden 68-Byte-Frames anstelle der standardmäßigen 64-Byte-Frames getestet.

Dieser Test wurde auch für die Switches der Serie SG500 mit 5G-SFP-Uplinks aus Kupfer und mit fünf Ports durchgeführt, um die maximale Bandbreite zu erreichen. Die Ergebnisse fielen mit einem Durchsatz zwischen 95,5 % und 99,6 % ähnlich aus wie bei den Switches der Serie SG500X. Mit aktiviertem 802.1Q-Tagging ergab sich bei den Frame-Größen von 68 Byte bis 1280 Byte ein Durchsatz von 100 %. Bei der Frame-Größe von 1518 Byte ergab sich ein Durchsatz von 99,9 % auf dem Stack-Switch SG500-52 und ein Durchsatz von 100 % auf dem SG500-28.

Netgear

Für Netgear wurden ein GSM7252PS-Switch und zwei GSM7352S-Switches in einem Ring-Stack konfiguriert. Einheit 2 und 3 wurden mit je zwölf Ports geladen, zwischen denen Partial-Mesh-Verkehr gesendet wurde. Jeder Switch sendete und empfing 12 GBit/s bei insgesamt 24 GBit/s bidirektionalem Verkehr über die einzelnen Stack-Links. Bei allen Frames mit 64 und 1518 Byte wurde ein Durchsatz von 100 % ohne Frame-Verluste aufgezeichnet.

D-Link

Der D-Link-Stack enthielt einen DGS-3120-48TC-Switch und zwei DGS-3120-48PC-Switches in einer Duplexringtopologie. Der D-Link-Stack erreichte bei allen Frames zwischen 64 und 1518 Byte einen maximalen Durchsatz von 13 GBit/s bzw. einen bidirektionalen Durchsatz von 26 GBit/s ohne Frame-Verluste über die einzelnen Stack-Links.

HP

Zum Testen des HP-Stacks wurden ein 2910al-24G-PoE+, ein 2910al-48G und ein 2910al-48G-PoE+ in einer Ringtopologie konfiguriert. Im Stack wurde für Frame-Größen von 64 bis 1518 Byte eine maximale Bandbreite von 10 GBit/s ohne Frame-Verluste erreicht.

3.3 Stack-Failover

Welche Frame-Verluste entstehen, wenn die Switches in einer Ringtopologie konfiguriert sind und ein Stack-Link entfernt wird? Bei diesen Tests wird eine Stack-Ringtopologie in eine Kettentopologie umgewandelt, während Verkehr gesendet wird. Wenn die Switches in einer Ringtopologie konfiguriert sind, wählt jeder Switch den besten Pfad für die Weiterleitung des Verkehrs aus. Der sendende Switch sendet wahlweise über den ersten oder den zweiten Stack-Port.

Cisco

Bei zwischen zwei Stack-Switches fließendem Verkehr wurde ein 10G-Stack-Link getrennt. Nach der negativen Überprüfung auf Frame-Verluste wurde der Stack-Link wieder verbunden. Beim Trennen des zweiten Stack-Links gingen 33.083 Frames verloren. Als der Link wieder verbunden wurde, traten keine Frame-Verluste auf. Beim Trennen des ersten Links kam es nicht zu Verlusten, da dieser Port nicht Bestandteil des Weiterleitungspfads war. Beim Entfernen des zweiten Links gingen Frames verloren, da der Link den Status **Weiterleiten** hatte. Sobald der Switch erkannte, dass der Link nicht aktiv war, änderte er den Lernport in einen Weiterleitungsport, und der Verkehr wurde wieder weitergeleitet.

Netgear

Beim Entfernen des Links im Netgear-Stack gingen 5.274.533 Frames verloren. Als Link 1 wieder verbunden wurde, gingen 2.470 Frames verloren. Bei Link 2 traten beim Trennen und erneuten Verbinden des Stack-Links keine Frame-Verluste auf.

D-Link

Bei den D-Link-Switches gingen 590.657 Frames verloren, als der erste Link entfernt wurde. Als das Stacking-Kabel wieder angeschlossen wurde, gingen keine Frames verloren. Als der zweite Stack-Link entfernt wurde, gingen 411.112 Frames verloren. Beim erneuten Anschließen des Kabels gingen jedoch keine Frames verloren. Diese Ergebnisse fallen anders aus als bei den anderen getesteten Anbietern, da es zu einem Frame-Verlust kommt, wenn die beiden Kabel zu unterschiedlichen Zeitpunkten entfernt werden. Der D-Link-Stack sendet möglicherweise über beide Stack-Ports gleichzeitig Verkehr, um die Bandbreite an den einzelnen Links zu minimieren.

HP

Beim Testen des schnellen Stack-Failovers gingen keine Frames verloren, wenn der erste Link entfernt und erneut verbunden wurde. Der ausgewählte Link hatte für Spanning Tree nicht den Status **Weiterleiten**, sondern **Blockieren**. Als der zweite Link entfernt wurde, gingen 457.911 Frames verloren. Dies entspricht dem Zeitbedarf für den Wechsel von RSTP zum Status **Weiterleiten**. Beim Wiederherstellen der Verbindung traten keine Frame-Verluste auf.

Übersichtstabelle zu Stacking

Merkmale	Cisco	HP	Netgear	D-Link
Stacking-Typ	Ring/Kette	Cluster	Ring/Kette	Ring/Kette
Stacking-LEDs	J	N	J	J
Konfigurieren von QoS, ACL, Spiegelung und LAGs für den gesamten Stack	J	N	J	J
Ordnungsgemäße automatische Synchronisierung der VLAN-Konfiguration	J	N	N	N
Option für Backup-Master	J	N	J	J
Automatisches Zuweisen des Stack-Masters	J	N	J	J
Ordnungsgemäße Funktionsweise beim erneuten Verbinden eines vorherigen primären Masters mit dem Stack	J	J	J	Neustart
Separates Stack-Modul erforderlich (zusätzliche Kosten)	N	N	J	J
Mischung von 10/100 und Gigabit in einem Stack möglich	J	J	N	N
Stack-Durchsatz	100 % (mit VLAN-Tag)/95 %+ (ohne Tag)	100%	100%	100%
Stack-Failover	33.083 verlorene Frames	457.911 verlorene Frames	5.277.003 verlorene Frames	1.001.769 verlorene Frames

4.0 Energieeffizienz

Netzwerke werden heute so gestaltet, dass sie möglichst wenig Energie verbrauchen und gleichzeitig optimale Switch-Leistung und -Stabilität gewährleisten. Switches verfügen über integrierte Energiesparfunktionen zum Verringern des Energieverbrauchs und Senken der Betriebskosten. Dabei ist es unerlässlich, dass der Energiebedarf bei gleichbleibender Leistung gesenkt werden kann. Diese Möglichkeit wurde getestet, um zu ermitteln, welche Switches energieeffizient sind. Einige der hier getesteten Switches waren mit Energiesparfunktionen ausgestattet, andere hingegen nicht. Die SMB-Switches von Cisco verzeichneten den niedrigsten Energieverbrauch, da alle diese Modelle über die Komponenten mit der höchsten Energieeffizienz verfügten.

Stromverbrauch *ohne* EEE

Konfiguration	Modell	Energieverbrauch		
		Ohne Energiesparfunktionen	Mit Energiesparfunktionen	Niedrigster Verbrauch (pro Kategorie)
24 Ports, 10/100	Cisco SF500-24	12.8	12.8	√
48 Ports, 10/100	Cisco SF500-48P	44.3	44.3	√
24/28 Ports, Gigabit	Cisco SG500X-24	34.3	33.7	
	Cisco SG500X-24P	54.7	53.9	
	Cisco SG500-28	22.6	22.1	√
	Cisco SG500-28P	34.7	34	
	HP 2910al-24G	60	n/v	
	HP 2910al-24G-PoE+	79.8	n/v	
48/52 Ports, Gigabit	Cisco SG500X-48	58.7	57.2	
	Cisco SG500X-48P	76.8	75.4	
	Cisco SG500-52	46.5	45	√
	Cisco SG500-52P	62.9	61.6	
	D-Link DGS-3120-48PC	65.1	63.6	
	D-Link DGS-3120-48TC	56.6	56.2	
	HP 2910al-48G	79.8	n/v	
	HP 2910al-48G-PoE+	101.4	n/v	
	Netgear GSM7252PS	107.4	n/v	
	Netgear GSM7352S	90.2	n/v	

Stromverbrauch der einzelnen Switches mit und ohne Aktivierung der Energiesparfunktionen.
„n/v“ bedeutet, dass der Switch nicht über Energiesparfunktionen verfügt.

Cisco

Die Cisco-Switches verfügen über vier verschiedene Arten von Energiesparfunktionen: Modus für kurze Reichweite, Energieerkennungsmodus, Deaktivieren der Port-LEDs und EEE (Energy Efficient Ethernet). Im Modus für kurze Reichweite wird bei einer Kabellänge von weniger als 50 Metern die Sendeleistung reduziert. Bei unserem Test wurden 4,26 Meter lange Kabel verwendet. Daher wurde die Sendeleistung reduziert. Im Energieerkennungsmodus wird ein Port deaktiviert, sodass der Stromverbrauch verringert wird. Die EEE-Funktion schließlich reduziert den Stromverbrauch an den Ports, indem sie die Sendeleistung aller Schnittstellen reduziert, die sich im Leerlauf befinden oder nur diskontinuierlich Daten übertragen.

Beim Full-Mesh-Durchsatztest wurde der Stromverbrauch aufgezeichnet, während die Energiesparfunktionen erst deaktiviert und dann aktiviert wurden. Mit deaktivierten Energiesparfunktionen verbrauchten die Cisco-Switches zwischen 12,8 Watt und 76,8 Watt. Mit aktivierten Energiesparfunktionen lag der Stromverbrauch zwischen 12,8 Watt und 75,4 Watt. Insgesamt wiesen die Cisco-Switches im Vergleich zu anderen Switches in den gleichen Kategorien den niedrigsten Stromverbrauch auf.

Stromverbrauch von Cisco-Switches mit EEE

Cisco unterstützt EEE nach IEEE 802.az. Die Sendeleistung wird reduziert, wenn sich ein Port im Leerlauf befindet oder diskontinuierlicher Verkehr beobachtet wird. Die getesteten Switches von D-Link, Netgear und HP unterstützen diese Funktion nicht.

Zum Testen der EEE-Energiesparfunktionen wurden der erste und der letzte Port mit dem Datenverkehrsgenerator Ixia XM12 verbunden, während die übrigen Ports auf folgende Weise verkabelt wurden: Die Ports 2 und 3 waren im gleichen VLAN konfiguriert, während Port 3 extern über ein Kreuzkabel mit Port 4 verbunden war. Die gleichen Verkehrsspitzen können alle Ports des Switches beginnend beim ersten und endend beim letzten durchlaufen. Diese Konfiguration basiert auf einem Whitepaper von Cisco und Intel aus dem Jahr 2011.

Der Ixia-Datenverkehrsgenerator wurde so konfiguriert, dass er Laptop- und Desktopbenutzer simuliert. Das Datenmuster umfasste diskontinuierlichen Datenverkehr mit einer Leitungsauslastung von 100 %. Die Verkehrsspitzen umfassten jeweils 1.000 Pakete à 64 Byte mit jeweils einer Pause von 96 Nanosekunden bis 110 Millisekunden zwischen den Verkehrsspitzen.

Stromeinsparungen mit aktiviertem EEE und Verkehrsprofil für diskontinuierlichen Verkehr

Cisco SG500-28P

IBG	Watt	Stromeinsparung pro Port (mW)
96 ns	34.1	0
1,4 ms	29.3	200
3 ms	27.0	295.8
5,4 ms	25.9	341.6
8 ms	25.4	362.5
12,5 ms	25.0	379.1
18 ms	24.8	387.5
28 ms	24.6	395.8
50 ms	24.5	400
100 ms	24.3	408.3
110 ms	24.3	408.3
Einsparungen im Optimalfall: 9,8 W		

Cisco SG500-28

IBG	Watt	Stromeinsparung pro Port (mW)
96 ns	22.5	0
1,4 ms	18.0	187.5
3 ms	15.8	279.1
5,4 ms	14.7	325.0
8 ms	14.2	345.8
12,5 ms	13.8	362.5
18 ms	13.6	370.8
28 ms	13.5	375.0
50 ms	13.4	379.1
100 ms	13.3	383.3
110 ms	13.3	383.3
Einsparungen im Optimalfall: 9,2 W		

Cisco SG500X-48P

IBG	Watt	Stromeinsparung pro Port (mW)
96 ns	74.4	0
1,4 ms	65.9	184.7
3 ms	62.0	269.5
5,4 ms	60.0	313.0
8 ms	59.1	332.6
12,5 ms	58.3	350.0
18 ms	58.0	356.5
28 ms	57.7	363.0
50 ms	57.4	369.5
100 ms	57.2	373.9
110 ms	57.2	373.9
Einsparungen im Optimalfall: 17,2 W		

Cisco SG500X-48

IBG	Watt	Stromeinsparung pro Port (mW)
96 ns	58.0	0
1,4 ms	49.2	191.3
3 ms	45.0	282.6
5,4 ms	43.0	326.0
8 ms	42.1	345.6
12,5 ms	41.5	358.6
18 ms	41.1	367.3
28 ms	40.9	371.7
50 ms	40.7	376.0
100 ms	40.5	380.4
110 ms	40.4	382.6
Einsparungen im Optimalfall: 17,6 W		

Cisco SG500-52P

IBG	Watt	Stromeinsparung pro Port (mW)
96 ns	62.4	0
1,4 ms	53.6	183.3
3 ms	49.4	270.8
5,4 ms	47.3	314.5
8 ms	46.4	333.3
12,5 ms	45.7	347.9
18 ms	45.4	354.1
28 ms	45.1	360.4
50 ms	44.8	366.6
100 ms	44.6	370.8
110 ms	44.5	372.9
Einsparungen im Optimalfall: 17,9 W		

Cisco SG500X-24P

IBG	Watt	Stromeinsparung pro Port (mW)
96 ns	53.9	0
1,4 ms	49.7	190.9
3 ms	47.9	272.7
5,4 ms	47.0	313.6
8 ms	46.5	336.3
12,5 ms	46.1	354.5
18 ms	46.0	359
28 ms	45.9	363.6
50 ms	45.8	368.1
100 ms	45.7	372.7
110 ms	45.7	372.7
Einsparungen im Optimalfall: 8,2 W		

Cisco SG500-52

IBG	Watt	Stromeinsparung pro Port (mW)
96 ns	46.1	0
1,4 ms	36.3	204.1
3 ms	32	293.7
5,4 ms	29.8	339.5
8 ms	28.9	358.3
12,5 ms	28.1	375
18 ms	27.7	383.3
28 ms	27.5	387.5
50 ms	27.2	393.7
100 ms	27.1	395.8
110 ms	27.1	395.8
Einsparungen im Optimalfall: 19 W		

Cisco SG500X-24

IBG	Watt	Stromeinsparung pro Port (mW)
96 ns	35.8	0
1,4 ms	31.3	204.5
3 ms	29.3	295.4
5,4 ms	28.3	340.9
8 ms	27.8	363.6
12,5 ms	27.4	381.8
18 ms	27.2	390.9
28 ms	27.1	395.4
50 ms	27.0	400
100 ms	26.9	404.5
110 ms	26.9	404.5
Einsparungen im Optimalfall: 8,9 W		

Cisco

Mit aktiviertem EEE wiesen die Cisco-Produkte erhebliche Stromeinsparungen auf. Bei immer größeren Pausen zwischen den Verkehrsspitzen und abnehmender Bandbreitennutzung konnte EEE die Leerlaufzeiten des diskontinuierlichen Verkehrs immer effektiver nutzen. Beim SG500-52-Switch wurden 19 Watt gespart, was einer Stromeinsparung von 41 % gegenüber unserem Basiswert einer Auslastung von 100 % entspricht.

Netgear

Die getesteten Netgear-Switches waren nicht mit Energiesparfunktionen ausgestattet. Ihr Stromverbrauch lag zwischen 90,2 Watt und 107,4 Watt.

D-Link

Die D-Link-Switches verfügten über Energiesparfunktionen. Eine Funktion dient zum Deaktivieren der LEDs am Port. Eine andere Funktion kann erkennen, ob ein Port verwendet wird. Wenn der Port nicht verwendet wird, kann er geschlossen werden. Die Energiesparfunktion zum Erkennen der Kabellänge, die auch als „Kurze Reichweite“ bezeichnet wird, ermöglicht das Reduzieren der Sendeleistung bei Verwendung kürzerer Kabel. Mit deaktivierten Energiesparfunktionen verbrauchten die Switches zwischen 56,6 Watt und 65,1 Watt. Wenn alle Funktionen aktiviert waren, verbrauchten die Switches zwischen 56,2 Watt und 63,6 Watt.

HP

Diese HP-Switches sind nicht mit Energiesparfunktionen ausgestattet. Ihr Stromverbrauch lag zwischen 60 Watt und 101,4 Watt. Die HP-Switches unterstützen PoE+, was den Stromverbrauch erhöht, da eine höhere Wattanzahl für die Ports bereitgestellt wird.

5.0 Leistungstests

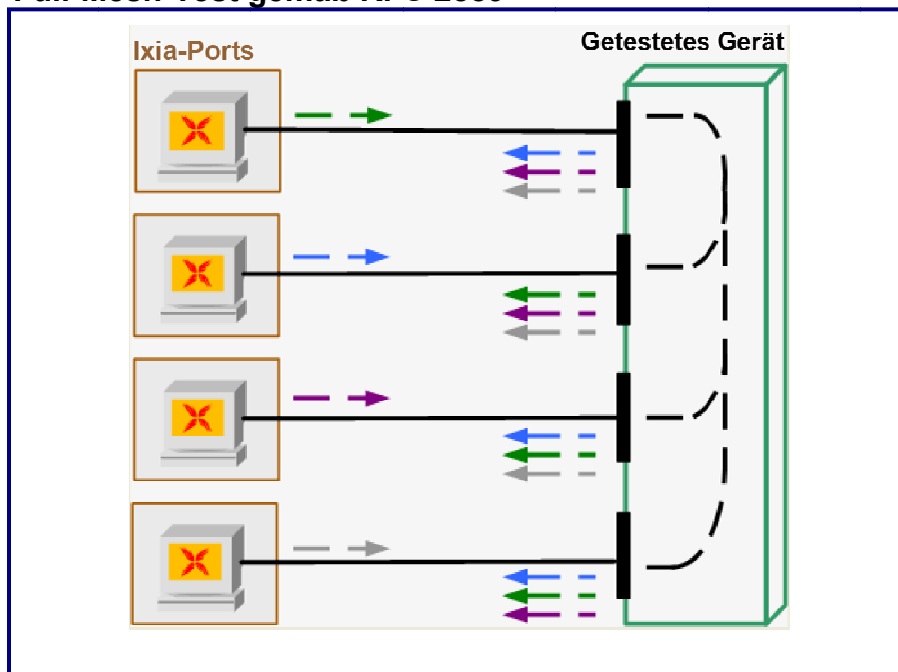
Mit den Leistungstests sollte überprüft werden, ob beim Senden und Empfangen von Verkehr mit Leitungsgeschwindigkeit Frame-Verluste auftreten. Darüber hinaus wurde die maximale Anzahl der MAC-Tabelleneinträge überprüft. Die CPU-Auslastung wurde aufgezeichnet, während der Switch MAC-Adressen erlernte.

5.1 Full-Mesh-Durchsatz

Beim Full-Mesh-Durchsatztest wird der prozessorübergreifende Durchsatz überprüft und der Frame-Verlust aufgezeichnet. Über jeden Port des Datenverkehrsgenerators werden Daten an das Testgerät gesendet, während gleichzeitig Daten von anderen Ports empfangen werden (siehe nachfolgende Abbildung).

Gleichartige Switches wurden zu Kategorien zusammengefasst, um zu gewährleisten, dass ähnliche Switches fair getestet und miteinander verglichen werden konnten.

Full-Mesh-Test gemäß RFC 2889



Der Full-Mesh-Test gemäß RFC 2889 zeigt den Verkehrsfluss zwischen dem Lastgenerator und dem Testgerät.

Durchsatz und Frame-Verlust

Gigabit ohne PoE		Ports	Durchsatz			Frame-Verlust		
			64	512	1518	64	512	1518
Cisco	SG500-28	28	151134	190906	195784	0	0	0
	SG500-52	52	290643	367128	376507	0	0	0
	SG500X-24	24	139508	176221	180724	0	0	0
	SG500X-48	48	279017	352443	361446	0	0	0
D-Link	DGS-3120-48TC	48	279017	352443	361446	0	0	0
HP	2910al-24G	24	139508	176221	180724	0	0	0
	2910al-48G	48	279017	352443	361446	0	0	0
Netgear	GSM7352S	48	279017	352443	361446	0	0	0
Gigabit mit PoE		Ports	Durchsatz			Frame-Verlust		
			64	512	1518	64	512	1518
Cisco	SG500-28P	28	151134	190906	195784	0	0	0
	SG500-52P	52	290643	367128	376507	0	0	0
	SG500X-24P	24	139508	176221	180724	0	0	0
	SG500X-48P	48	279017	352443	361446	0	0	0
D-Link	DGS-3120-48PC	48	279017	352443	361446	0	0	0
HP	2910al-24G-PoE	24	139508	176221	180724	0	0	0
	2910al-48G-PoE	48	279017	352443	361446	0	0	0
Netgear	GSM7252PS	48	279017	352443	361446	0	0	0
10/100 ohne PoE		Ports	Durchsatz			Frame-Verlust		
			64	512	1518	64	512	1518
Cisco	SF500-24	24	13950	17622	18072	0	0	0
10/100 mit PoE		Ports	Durchsatz			Frame-Verlust		
			64	512	1518	64	512	1518
Cisco	SF500-48P	48	27901	35243	36144	0	0	0

Alle getesteten Switches arbeiteten mit Leitungsgeschwindigkeit ohne Frame-Verlust.

Aus den Ergebnissen des Full-Mesh-Durchsatztests ging hervor, dass bei keinem der getesteten Switches Frame-Verluste aufgetreten waren.
 Alle getesteten Switches arbeiteten unabhängig von der Frame-Größe mit Leitungsgeschwindigkeit ohne Frame-Verlust. Der Cisco SG-500-52P erreichte den höchsten Durchsatz aller getesteten Produkte.

5.2 Größe der MAC-Tabelle

Die Fähigkeiten eines Switches beim Erlernen von MAC-Adressen wurden durch Aufzeichnung der gelernten maximalen MAC-Tabellengröße ermittelt. Aufgezeichnet wurde auch die CPU-Auslastung beim Erlernen der größtmöglichen MAC-Tabelle.

Die Tabellengröße wurde ermittelt, indem zufällig generierte MAC-Adressen an den Switch übermittelt wurden und gleichzeitig die Tabellengröße mithilfe der grafischen Oberfläche oder der CLI überprüft wurde. Die CPU-Auslastung wurde aufgezeichnet, während der Switch MAC-Adressen erlernte. Aus der CPU-Verwendung geht die Effizienz des Switch-Prozessors bei der Erstellung der MAC-Tabelle hervor.

Für die Switches von Cisco, HP und D-Link wurde eine MAC-Tabelle mit 16.384 Adressen angegeben, und für den Netgear-Switch wurden 8.192 MAC-Adressen angegeben. Bei allen Switches wurde die größtmögliche MAC-Tabelle erstellt. Ausnahme waren die Switches von HP und Netgear, die diesen Wert unabhängig von der Lernrate nicht ganz erreichten. Exakte Angaben können Sie der nachfolgenden Tabelle entnehmen.

Insgesamt blieb die CPU-Auslastung bei allen Switches niedrig. Bei Cisco war die CPU-Auslastung mit 6 % am niedrigsten, bei D-Link dagegen mit 56 % am höchsten. Dies war darauf zurückzuführen, dass die D-Link-Switches im Leerlauf 16 % der CPU reservieren. Bei allen anderen Switches lagen die Werte im Leerlauf zwischen 0 % und 8 %. Eine hohe CPU-Auslastung wirkt sich auf die Leistung der Ressourcen bei anderen CPU-intensiven Aufgaben aus, beispielsweise beim Routing, bei der Verwaltung und bei der DoS-Prävention.

Die Größe der MAC-Tabelle der Switches von Cisco, D-Link und Netgear wurde mithilfe der grafischen Oberfläche überprüft. Bei den HP-Switches wurde die Größe der MAC-Tabelle über die CLI ermittelt.

Größe der MAC-Adresstabellen und CPU-Auslastung

Konfiguration	Modell	Wert gemäß Datenblatt	Ermittelte Tabellengröße	CPU-Auslastung beim Erlernen
Cisco	SF500-24	16,384	16,384	13%
	SF500-48P	16,384	16,384	20%
	SG500-28	16,384	16,384	13%
	SG500-28P	16,384	16,384	11%
	SG500-52	16,384	16,384	10%
	SG500-52P	16,384	16,384	26%
	SG500X-24	16,384	16,384	6%
	SG500X-24P	16,384	16,384	24%
	SG500X-48	16,384	16,384	10%
	SG500X-48P	16,384	16,384	12%
HP	2910al-24G	16,384	16,296	16%
	2910al-24G-PoE+	16,384	16,363	16%
	2910al-48G	16,384	16,363	8%
	2910al-48G-PoE+	16,384	16,356	11%
D-Link	DGS-3120-48PC	16,384	16,384	53%
	DGS-3120-48TC	16,384	16,384	56%
Netgear	GSM7252PS	8,192	8,190	20%
	GSM7352S	8,192	8,190	15%

Mit Ausnahme der Switches von HP und Netgear wurde bei allen Switches die maximale Größe der MAC-Tabelle angegeben.

6.0 Netzwerkstabilität und Sicherheit

Alle Switches wurden mit den Mu Studio Security-Tools auf ihre Stabilität und Sicherheit getestet. Für alle Switches wurden verschiedene Protokollmutationen und DoS-Angriffe ausgeführt, um festzustellen, ob sich Auswirkungen auf die grafische Oberfläche ergeben, und die CPU-Verwendung während des Angriffs zu messen. Einige Testangriffe konnten nicht ausgeführt werden, da der Switch den Verkehr ordnungsgemäß blockierte. Diese Angriffe erkennen Sie in der Tabellenspalte „Fehler“ am Eintrag „n/v“, da das Angriffstool bei der Durchführung keine Antwort erhielt. „Funktionsfähig“ bedeutet, dass beim getesteten Gerät während des Tests keine Fehler auftraten. Alle konkret aufgetretenen Fehler werden entsprechend angegeben.

6.1 Reaktionsfähigkeit der Switch-Verwaltung bei Angriffen

Die Leistung der grafischen Weboberfläche des Switches wurde bei Protokollmutationen und DoS-Angriffen getestet. Mit diesem Test wird überprüft, wie gut ein Switch CPU-intensive Angriffe abschwächen und die Bedienbarkeit aufrechterhalten kann. Wenn die grafische Oberfläche deutlich beeinträchtigt ist oder nicht reagiert, bedeutet dies, dass die DoS-Präventionsfunktion nicht effektiv ist und die Switch-Funktionalität beeinträchtigt wird. Cisco hat als einziger getesteter Anbieter alle Tests ohne Fehler bestanden.

Cisco SF500-48P

Cisco SF500-48P	CPU-Auslastung in %	Grafische Oberfläche	Fehler	Anzahl der Mutationen oder Dauer des Angriffs	Anmerkungen
ARP	5.40%	Funktionsfähig	Keine Fehler	465 Mutationen	ARP-Nachrichten
DHCP	6.20%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.843 Mutationen	INFORM-Nachrichten
ICMPv4	11.10%	Funktionsfähig	Keine Fehler	42.981 Mutationen	Echoanforderungen, fragmentierte Echoanforderungen
ICMPv6	17.12%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.787 Mutationen	Nachrichten zu nicht erreichbaren Zielen, Echoanforderungsnachrichten, Nachbarankündigungsnachrichten, Nachbaranfragennachrichten, Nachrichten bezüglich zu großer Pakete, Nachrichten zu Parameterproblemen, Routerankündigungsnachrichten
IPv4	10.21%	Funktionsfähig	Keine Fehler	31.129 Mutationen	IPv4-Datagramme, fragmentierte Datagramme
IPv6	17.80%	Funktionsfähig	Keine Fehler	16.352 Mutationen	IPv6-Datagramme, IPv6-Fragmente
TCP	10.06%	Funktionsfähig	Keine Fehler	3.417 Mutationen	Handshake-Nachrichten
UDP	5.72%	Funktionsfähig	Keine Fehler	6.411 Mutationen	IPv4-Datagramme
ICMP-Flood	9.72%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
Große Ping-Flood	9.30%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
TCP SYN FIN-Flood	6.00%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN FIN-Flood
TCP SYN-Flood	15.83%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 TCP Exploring	5.00%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP Exploring-Flood
IPv6 TCP SYN und FIN	4.50%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN und FIN-Flood
IPv6 TCP SYN-Flood	11.46%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 UDP-Flood	12.60%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	UDP-Flood

Cisco SG500X-48

Cisco SG500X-48	CPU-Auslastung in %	Grafische Oberfläche	Fehler	Anzahl der Mutationen oder Dauer des Angriffs	Anmerkungen
ARP	2.57%	Funktionsfähig	Keine Fehler	465 Mutationen	ARP-Nachrichten
DHCP	6.85%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.843 Mutationen	INFORM-Nachrichten
ICMPv4	5.20%	Funktionsfähig	Keine Fehler	42.981 Mutationen	Echoanforderungen, fragmentierte Echoanforderungen
ICMPv6	16.50%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.787 Mutationen	Nachrichten zu nicht erreichbaren Zielen, Echoanforderungsnachrichten, Nachbarankündigungsnachrichten, Nachbaranfragennachrichten, Nachrichten bezüglich zu großer Pakete, Nachrichten zu Parameterproblemen, Routerankündigungsnachrichten
IPv4	6.42%	Funktionsfähig	Keine Fehler	31.129 Mutationen	IPv4-Datagramme, fragmentierte Datagramme
IPv6	9.83%	Funktionsfähig	Keine Fehler	16.352 Mutationen	IPv6-Datagramme, IPv6-Fragmente
TCP	6.66%	Funktionsfähig	Keine Fehler	3.417 Mutationen	Handshake-Nachrichten
UDP	4.88%	Funktionsfähig	Keine Fehler	6.411 Mutationen	IPv4-Datagramme
ICMP-Flood	4.87%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
Große Ping-Flood	6.30%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
TCP SYN FIN-Flood	6.35%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN FIN-Flood
TCP SYN-Flood	8.90%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 TCP Exploring	3.00%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP Exploring-Flood
IPv6 TCP SYN und FIN	3.00%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN und FIN-Flood
IPv6 TCP SYN-Flood	8.38%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 UDP-Flood	9.77%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	UDP-Flood

Cisco SG500-52P

Cisco SG500-52P	CPU-Auslastung in %	Grafische Oberfläche	Fehler	Anzahl der Mutationen oder Dauer des Angriffs	Anmerkungen
ARP	4.27%	Funktionsfähig	Keine Fehler	465 Mutationen	ARP-Nachrichten
DHCP	7.07%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.843 Mutationen	INFORM-Nachrichten
ICMPv4	13.50%	Funktionsfähig	Keine Fehler	42.981 Mutationen	Echoanforderungen, fragmentierte Echoanforderungen
ICMPv6	18.66%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.787 Mutationen	Nachrichten zu nicht erreichbaren Zielen, Echoanforderungsnachrichten, Nachbarankündigungsnachrichten, Nachbaranfragennachrichten, Nachrichten bezüglich zu großer Pakete, Nachrichten zu Parameterproblemen, Routerankündigungsnachrichten
IPv4	14.66%	Funktionsfähig	Keine Fehler	31.129 Mutationen	IPv4-Datagramme, fragmentierte Datagramme
IPv6	8.63%	Funktionsfähig	Keine Fehler	16.352 Mutationen	IPv6-Datagramme, IPv6-Fragmente
TCP	11.70%	Funktionsfähig	Keine Fehler	3.417 Mutationen	Handshake-Nachrichten
UDP	7.50%	Funktionsfähig	Keine Fehler	6.411 Mutationen	IPv4-Datagramme
ICMP-Flood	8.50%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
Große Ping-Flood	11.27%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
TCP SYN FIN-Flood	6.23%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN FIN-Flood
TCP SYN-Flood	7.20%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 TCP Exploring	7.75%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP Exploring-Flood
IPv6 TCP SYN und FIN	7.22%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN und FIN-Flood
IPv6 TCP SYN-Flood	6.63%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 UDP-Flood	10.33%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	UDP-Flood

Netgear GSM7252PS

Netgear GSM7252PS	CPU-Auslastung in %	Grafische Oberfläche	Fehler	Anzahl der Mutationen oder Dauer des Angriffs	Anmerkungen
ARP	Nicht ausgeführt*	n/v	n/v	465 Mutationen	ARP-Nachrichten
DHCP	4.35%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.843 Mutationen	INFORM-Nachrichten
ICMPv4	6.50%	Funktionsfähig	Keine Fehler	42.981 Mutationen	Echoanforderungen, fragmentierte Echoanforderungen
ICMPv6	Fehlerhaft**	Teilweise nicht verfügbar	75 schwerwiegende Fehler	11.787 Mutationen	Nachrichten zu nicht erreichbaren Zielen, Echoanforderungsnachrichten, Nachbarankündigungsnachrichten, Nachbaranfragennachrichten, Nachrichten bezüglich zu großer Pakete, Nachrichten zu Parameterproblemen, Routerankündigungsnachrichten
IPv4	6.12%	Teilweise nicht verfügbar	Keine Fehler	31.129 Mutationen	IPv4-Datagramme, fragmentierte Datagramme
IPv6	5.02%	Funktionsfähig	Keine Fehler	16.352 Mutationen	IPv6-Datagramme, IPv6-Fragmente
TCP	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	3.417 Mutationen	Handshake-Nachrichten
UDP	4.29%	Funktionsfähig	Keine Fehler	6.411 Mutationen	IPv4-Datagramme
ICMP-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
Große Ping-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
TCP SYN FIN-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN FIN-Flood
TCP SYN-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 TCP Exploring	3.30%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP Exploring-Flood
IPv6 TCP SYN und FIN	3.63%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN und FIN-Flood
IPv6 TCP SYN-Flood	3.58%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 UDP-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	UDP-Flood

*Test konnte nicht durchgeführt werden, da der Switch die ARP-Nachrichten nicht akzeptierte.

**Die Ausgabe der CPU-Verwendung auf der grafischen Oberfläche wurde nicht richtig angezeigt, sodass sich fehlerhafte CPU-Messwerte ergaben.

Beim ICMPv6-Protokollmutationstest war die grafische Oberfläche während des Tests zeitweise nicht verfügbar. Der IPv4-Protokollmutationstest führte außerdem dazu, dass die grafische Oberfläche während des Tests zeitweise nicht verfügbar war. Die grafische Oberfläche war während des gesamten TCP-Protokollmutationstests nicht verfügbar. Die ICMP-, Large Ping-, TCP SYN FIN-, TCP SYN- und IPv6-UDP-Floods führten dazu, dass der Zugriff auf die grafische Oberfläche nicht möglich war.

Netgear GSM7352S

Netgear GSM7352S	CPU-Auslastung in %	Grafische Oberfläche	Fehler	Anzahl der Mutationen oder Dauer des Angriffs	Anmerkungen
ARP	Nicht ausgeführt*	n/v	n/v	465 Mutationen	ARP-Nachrichten
DHCP	4.41%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.843 Mutationen	INFORM-Nachrichten
ICMPv4	4.99%	Funktionsfähig	Keine Fehler	42.981 Mutationen	Echoanforderungen, fragmentierte Echoanforderungen
ICMPv6	Fehlerhaft**	Teilweise nicht verfügbar	75 schwerwiegende Fehler	11.787 Mutationen	Nachrichten zu nicht erreichbaren Zielen, Echoanforderungsnachrichten, Nachbarankündigungsnachrichten, Nachbaranfragennachrichten, Nachrichten bezüglich zu großer Pakete, Nachrichten zu Parameterproblemen, Routerankündigungsnachrichten
IPv4	6.13%	Teilweise nicht verfügbar	Keine Fehler	31.129 Mutationen	IPv4-Datagramme, fragmentierte Datagramme
IPv6	7.46%	Funktionsfähig	Keine Fehler	16.352 Mutationen	IPv6-Datagramme, IPv6-Fragmente
TCP	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	3.417 Mutationen	Handshake-Nachrichten
UDP	4.02%	Funktionsfähig	Keine Fehler	6.411 Mutationen	IPv4-Datagramme
ICMP-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
Große Ping-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
TCP SYN FIN-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN FIN-Flood
TCP SYN-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 TCP Exploring	3.93%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP Exploring-Flood
IPv6 TCP SYN und FIN	3.43%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN und FIN-Flood
IPv6 TCP SYN-Flood	3.40%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 UDP-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	UDP-Flood

*Test konnte nicht durchgeführt werden, da der Switch die ARP-Nachrichten nicht akzeptierte.

**Die Ausgabe der CPU-Verwendung auf der grafischen Oberfläche wurde nicht richtig angezeigt, sodass sich fehlerhafte CPU-Messwerte ergaben.

Beim ICMPv6-Protokollmutationstest war die grafische Oberfläche während des Tests zeitweise nicht verfügbar. Der IPv4-Protokollmutationstest führte außerdem dazu, dass die grafische Oberfläche während des Tests zeitweise nicht verfügbar war. Die grafische Oberfläche war während des gesamten TCP-Protokollmutationstests nicht verfügbar. Die ICMP-, Large Ping-, TCP SYN FIN-, TCP SYN- und IPv6-UDP-Floods führten dazu, dass der Zugriff auf die grafische Oberfläche nicht möglich war.

Die CPU wurde während des ICMPv6-Tests auf der grafischen Oberfläche nicht richtig angezeigt. Während des Tests wurde der Durchschnitt über 5 Minuten nicht mehr angezeigt, und vor dem Angriff angezeigte Prozesse wurden nicht mehr angezeigt. Der CPU-Durchschnitt wurde auch angezeigt, wenn 0 % der CPU genutzt wurden.

D-Link (Serie DGS-3120)

D-Link DGS-3120-48TC	CPU-Auslastung in %	Grafische Oberfläche	Fehler	Anzahl der Mutationen oder Dauer des Angriffs	Anmerkungen
ARP	16%	Funktionsfähig	Keine Fehler	465 Mutationen	ARP-Nachrichten
DHCP	16%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.843 Mutationen	INFORM-Nachrichten
ICMPv4	24 % bei Verfügbarkeit der grafischen Oberfläche	Teilweise verfügbar*	n/v	42.981 Mutationen	Echoanforderungen, fragmentierte Echoanforderungen
ICMPv6	22%	Teilweise verfügbar*	n/v	11.787 Mutationen	Nachrichten zu nicht erreichbaren Zielen, Echoanforderungsnachrichten, Nachbarankündigungsnachrichten, Nachbaranfragenachrichten, Nachrichten bezüglich zu großer Pakete, Nachrichten zu Parameterproblemen, Routerankündigungsnachrichten
IPv4	23%	Teilweise verfügbar*	n/v	31.129 Mutationen	IPv4-Datagramme, fragmentierte Datagramme
IPv6	19%	Teilweise verfügbar*	n/v	16.352 Mutationen	IPv6-Datagramme, IPv6-Fragmente
TCP	22%	Funktionsfähig	Keine Fehler	3.417 Mutationen	Handshake-Nachrichten
UDP	17%	Funktionsfähig	Keine Fehler	6.411 Mutationen	IPv4-Datagramme
ICMP-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
Große Ping-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
TCP SYN FIN-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig*	n/v	5 Minuten	TCP SYN FIN-Flood
TCP SYN-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 TCP Exploring	92.00%	Gewisse Verlangsamung	n/v	5 Minuten	TCP Exploring-Flood
IPv6 TCP SYN und FIN	90.00%	Gewisse Verlangsamung	n/v	5 Minuten	TCP SYN und FIN-Flood
IPv6 TCP SYN-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 UDP-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	UDP-Flood

**Test konnte nicht abgeschlossen werden. Switch musste für den Zugriff auf die grafische Oberfläche neu gestartet werden.*

Während der ICMPv4-, ICMPv6-, IPv4- und IPv6-Protokollmutationstests war die grafische Oberfläche teilweise verfügbar. Die durchschnittliche CPU-Auslastung lag zwischen 19 % und 24 %. Der Zugriff auf die grafische Oberfläche war bei den Tests „IPv6 TCP Exploring“ und „IPv6 TCP SYN und FIN“ möglich. Dabei erreichte die CPU-Auslastung bis zu 92 %, und die grafische Oberfläche reagierte etwas langsamer.

HP-Serie 2910al

HP 2910al-24G	CPU-Auslastung in %	Grafische Oberfläche	Fehler	Anzahl der Mutationen oder Dauer des Angriffs	Anmerkungen
ARP	4.00%	Funktionsfähig	Keine Fehler	465 Mutationen	ARP-Nachrichten
DHCP	4.50%	Funktionsfähig	Keine Fehler	11.843 Mutationen	INFORM-Nachrichten
ICMPv4	7.00%	Funktionsfähig	Konnte nicht ausgeführt werden.	42.981 Mutationen	Echoanforderungen, fragmentierte Echoanforderungen
ICMPv6	4.00%	Funktionsfähig	2 schwerwiegende Fehler	11.787 Mutationen	Nachrichten zu nicht erreichbaren Zielen, Echoanforderungsnachrichten, Nachbarankündigungsnachrichten, Nachbaranfragennachrichten, Nachrichten bezüglich zu großer Pakete, Nachrichten zu Parameterproblemen, Routerankündigungsnachrichten
IPv4	4.00%	Funktionsfähig	1 nicht schwerwiegender Fehler	31.129 Mutationen	IPv4-Datagramme, fragmentierte Datagramme
IPv6	4.00%	Funktionsfähig	Keine Fehler	16.352 Mutationen	IPv6-Datagramme, IPv6-Fragmente
TCP	4.50%	Funktionsfähig	Keine Fehler	3.417 Mutationen	Handshake-Nachrichten
UDP	4.00%	Funktionsfähig	Keine Fehler	6.411 Mutationen	IPv4-Datagramme
ICMP-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
Große Ping-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	ICMPv4-Echoanforderungen
TCP SYN FIN-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN FIN-Flood
TCP SYN-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 TCP Exploring	3.00%	Funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP Exploring-Flood
IPv6 TCP SYN und FIN	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	TCP SYN und FIN-Flood
IPv6 TCP SYN-Flood	4.00%	Teilweise verfügbar	n/v	5 Minuten	TCP SYN-Flood
IPv6 UDP-Flood	n/v	Nicht funktionsfähig	n/v	5 Minuten	UDP-Flood

Der 2910al-24G blieb während der Protokollmutationstests funktionsfähig. Während der DoS-Angriffe war die grafische Oberfläche jedoch nur bei den Tests „IPv6 TCP Exploring“ und „IPv6 TCP SYN-Flood“ funktionsfähig.

7.0 Benutzerfreundlichkeit

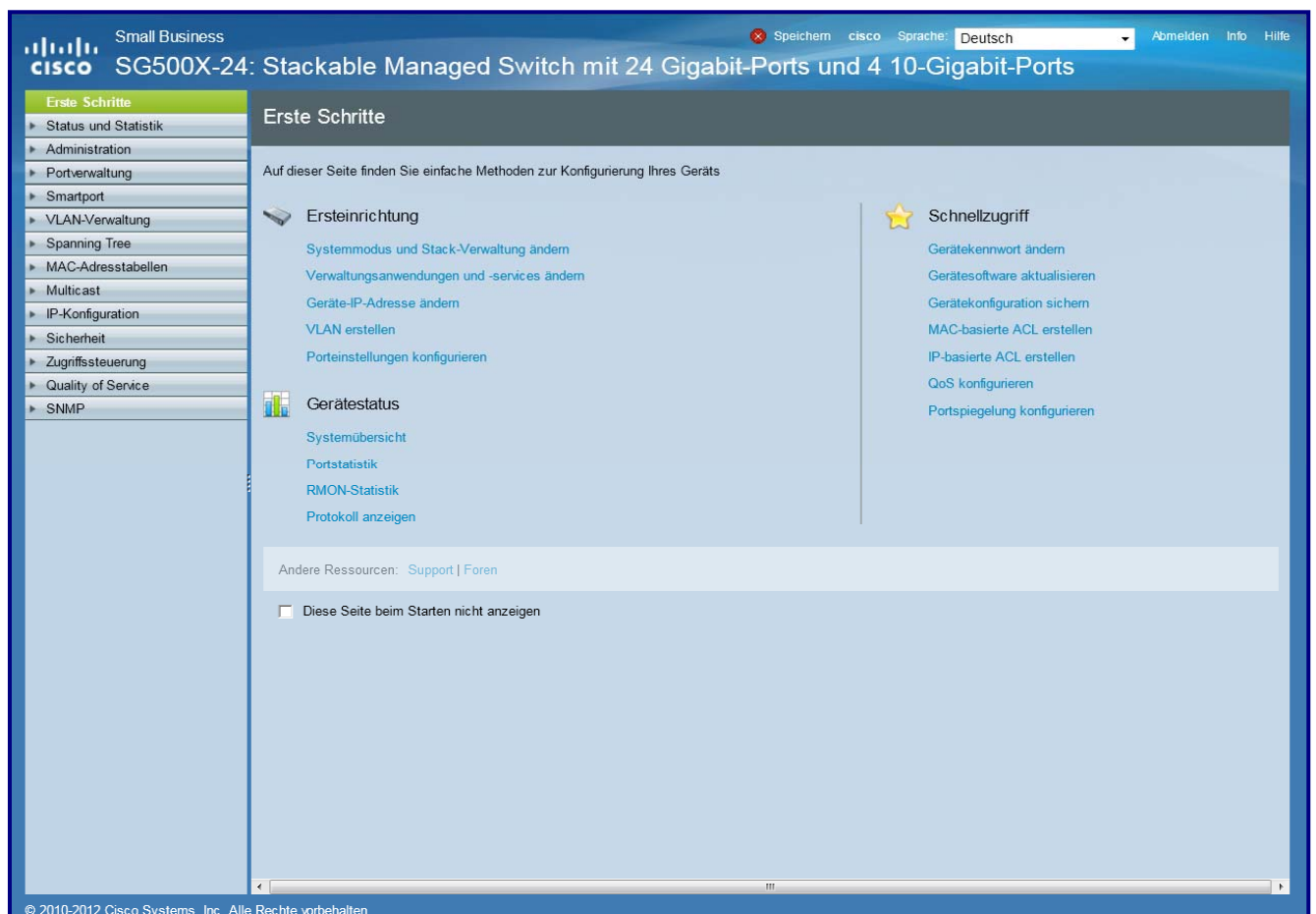
SMB-Switches sollten über eine grafische Oberfläche verfügen, über die Konfigurationsänderungen einfach vorgenommen werden können. Die grafische Oberfläche sollte gut lesbar sein und aussagekräftige Überschriften enthalten, die die Navigation zwischen den Konfigurationsoptionen erleichtern.

Alle Switches haben eine grafische Weboberfläche mit Administrations- und Überwachungsfunktionen. In diesem Abschnitt befassen wir uns mit den Unterschieden bei den Weboberflächen und mit der jeweiligen Benutzerfreundlichkeit. Außerdem erfahren Sie, wie die einzelnen Anbieter ihre grafischen Oberflächen nutzen.

7.1 Cisco (Serien SF500, SG500, SG500X)

Die Switch-Produktfamilie von Cisco zeichnet sich durch eine aufgeräumte und strukturierte grafische Weboberfläche aus. Die Menüleiste enthält alle für die Konfiguration erforderlichen Funktionen in übersichtlichen Kategorien. Der folgende Screenshot zeigt den Bildschirm **Erste Schritte**, der nach der Anmeldung angezeigt wird.

Cisco – Bildschirm „Erste Schritte“



Grafische Weboberfläche von Cisco mit Menüoptionen für Konfigurationseinstellungen

Das Design der Oberfläche ist allen Cisco-Switches gemein. Die grafische Oberfläche für die Konfiguration von Cisco-Switches ist außerdem in den Sprachen Deutsch, Französisch, Spanisch, Italienisch, Chinesisch und Englisch verfügbar. Cisco bietet darüber hinaus Tabellen, die für den gesamten Stack nach Elementen wie MAC-Adressen und Gruppenadressen durchsucht werden können.

Die Seite **Erste Schritte** enthält Optionen für die schnelle Konfiguration, die bei der ersten Verwendung benötigt werden. Über die Seite **Erste Schritte** können einfach neue VLANs erstellt oder IP-Adressen geändert werden. Nach Abschluss der Konfiguration kann der Bildschirm **Erste Schritte** deaktiviert werden. Stattdessen wird die Seite **Status und Statistik** angezeigt, die eine Systembeschreibung, die Firmwareversion und andere Angaben enthält.

Die Switch-Produktfamilie von Cisco unterstützt IPv4-, IPv6- und MAC-basierte ACLs. Die Konfigurationsoptionen für ACLs sind schnell auf der Registerkarte **Zugriffssteuerung** zu finden. Zur Vereinfachung der Konfiguration implementiert Cisco einen Prozessfluss, beispielsweise einen mit einer ACL verknüpften ACE, der mit der Portbindung verknüpft ist. Außerdem kann eine Richtlinienzuordnung mit einer Klassenzuordnung verknüpft werden. Die IP- und MAC-basierten ACLs können durch Auswählen der Option **Hinzufügen** und Vergeben eines Namens für eine ACL-Regel leicht erstellt werden. Die Anwendung bestimmter Regeln auf eine ACL, um eine Verbindung zu verweigern, zuzulassen oder zu trennen, erfolgt im IPv4-basierten, IPv6-basierten oder MAC-basierten ACE. ACL-Regeln können über die grafische Oberfläche hinzugefügt, entfernt oder aktualisiert werden. Für ACL-Konfigurationen kann auch die CLI verwendet werden.

VLAN-Konfigurationen stehen auch auf der grafischen Oberfläche in der VLAN-Verwaltung zur Verfügung. Die Benutzer können VLANs und Portzuordnungen über die VLAN-Option erstellen. Mit der Option **Port zu VLAN** kann ein Port als **Mit Tag**, **Ohne Tag**, **Ausgeschlossen** oder **Verboten** konfiguriert werden.

Eine weitere hilfreiche Menüoption ist die Seite **Port-VLAN-Mitgliedschaft**, die einen schnellen Überblick über die den VLANs zugewiesenen Ports ermöglicht. Die CLI von Cisco stellt ebenfalls VLAN-Konfigurationsoptionen zur Verfügung.

Insgesamt bietet die grafische Oberfläche von Cisco GUI eine einfache Navigation, die das Auffinden von Optionen und das Vornehmen von Konfigurationsänderungen erleichtert.

7.2 Netgear (Serien GSM7252PS, GSM7352S)

Das Design der grafischen Oberfläche der Switches der Serien GSM7252PS und GSM7352S ist identisch. Die Navigation auf der grafischen Oberfläche ist einfach, und die Konfigurationsoptionen sind leicht zu finden. Die Funktionen sind sinnvoll beschriftet, sodass bestimmte Konfigurationsbereiche gut zu finden sind.

Netgear – Seite „System Information“

NETGEAR
Connect with Innovation™

System Switching Routing QoS Security Monitoring Maintenance Help Index

Management | Device View | Services | Stacking | SNMP | LLDP | ISDP

System Information

- System Information
- Switch Statistics
- System Resource
- Slot Information
- Loopback Interface
- Network Interface
- Time
- DNS

System Information

Switch Status

Product Name GSM7352Sv2 - 48-Port Gigabit Layer 3 Stackable Managed Switch with 2 10G SFP+ ports

System Name

System Location

System Contact

Login Timeout (0 to 160) mins

IPv4 Network Interface [169.254.100.100/255.255.0.0](#)

IPv6 Network Interface [FE80::C63D:C7FF:FE90:57DB/64](#)

IPv4 Loopback Interface

IPv6 Loopback Interface

System Date JAN 01 00:02:14 1970 (UTC+0:00)

System Up Time 0 days 0 hours 2 mins 14 secs

System SNMP OID 1.3.6.1.4.1.4526.100.1.14

System MAC Address C4:3D:C7:90:57:DB

Supported Java Plugin Version 1.6

FAN Status

Unit ID	1	2	3	4	5	6	7	8
Fan1/PWR		OK						
Fan2/CPU		OK						
Fan3/SYS		OK						
Fan4		NA						

Informationsseite mit grundlegenden Informationen zum Netgear-Switch

Die ACL-Seite ist auf der Registerkarte **Security** leicht zu finden. Die Netgear-Switches unterstützen IPv4-, IPv6- und MAC-basierte ACLs. ACL-Regeln können leicht erstellt werden, indem auf der IPv4-, IPv6- oder MAC-Konfigurationsseite eine ACL hinzugefügt wird und anschließend IP- oder MAC-Adressen Regeln zum Zulassen oder Verweigern zugewiesen werden. ACL-Regeln können auch über die CLI von Netgear erstellt werden.

Zum Konfigurieren von VLANs kann auch die Registerkarte **Switching** auf der grafischen Oberfläche von Netgear verwendet werden. Die Benutzer können Ports zu VLANs zuweisen und Ports als mit Tag oder ohne Tag konfigurieren. Darüber hinaus unterstützt der Netgear-Switch eine VLAN-Statusseite, die eine Übersicht über die den einzelnen VLANs zugewiesenen Ports enthält. Für die VLAN-Konfiguration kann auch die CLI von Netgear verwendet werden.

Insgesamt ist das Layout der grafischen Oberfläche sehr benutzerfreundlich, und die Konfigurationsoptionen für Funktionen sind leicht zu finden.

7.3 D-Link (Serien DGS-3120-48PC, DGS-3120-48TC)

Das Design der grafischen Oberflächen der beiden D-Link-Switches ist identisch. Die Seitenmenüleiste ist sinnvoll beschriftet, sodass bestimmte Konfigurationsbereiche gut zu finden sind. Die Switch-Abbildung oben auf der Seite ist eine hilfreiche Zusatzfunktion, aus der hervorgeht, welche Ports verwendet werden. Zu Verwirrung führen kann dabei jedoch, dass nur die Stack-Master-Einheit angezeigt wird. Es ist möglich, auf verwendete Ports zu klicken, um zusätzliche Statistikinformationen für die Ports anzuzeigen.

D-Link – „Device Information“

The screenshot shows the D-Link web interface for a DGS-3120-48PC switch. The top header features the D-Link logo and the tagline 'Building Networks for People'. Below the header, there is a status bar showing 'System Up Time: 07 Days 19:57:29' and 'Logged in as Administrator'. The left sidebar contains a navigation menu with categories like System Configuration, Management, L2 Features, L3 Features, QoS, ACL, Security, Network Application, OAM, and Monitoring. The main content area is titled 'Device Information' and contains two sections: 'Device Information' and 'Device Status and Quick Configurations'.

Device Information			
Device Type	DGS-3120-48PC Gigabit Ethernet Switch	MAC Address	14-D6-4D-D3-3D-28
System Name		IP Address	10.90.90.90 (Static)
System Location		Mask	255.0.0.0
System Contact		Gateway	0.0.0.0
Boot PROM Version	Build 2.00.003	Management VLAN	default
Firmware Version	Build 2.00.010	Login Timeout (min)	10
Hardware Version	A1	System Time	07/04/2000 20:55:06 (System Clock)
Serial Number	PVYM1B5000...	Firmware Type	EI

Device Status and Quick Configurations			
SNTP	Disabled	Settings	
Jumbo Frame	Disabled	Settings	
MLD Snooping	Disabled	Settings	
IGMP Snooping	Disabled	Settings	
MAC Notification	Disabled	Settings	
802.1X	Disabled	Settings	
SSH	Disabled	Settings	
Port Mirror	Disabled	Settings	
Single IP Management	Disabled	Settings	
CLI Paging	Enabled	Settings	
HOL Blocking Prevention	Enabled	Settings	
DHCP Relay	Disabled	Settings	
Spanning Tree	Disabled	Settings	
SNMP	Disabled	Settings	
Safeguard Engine	Disabled	Settings	
System Log	Disabled	Settings	
SSL	Disabled	Settings	
GVRP	Disabled	Settings	
Password Encryption	Disabled	Settings	
Telnet	Enabled (TCP 23)	Settings	
Web	Enabled (TCP 80)	Settings	
VLAN Trunk	Disabled	Settings	

*Die Seite **Device Information** ermöglicht den schnellen Überblick über die Systemstatistik.*

Die ACL-Konfigurationsoptionen sind im Menü **ACL** in der Seitenleiste leicht zu finden. D-Link unterstützt einen ACL-Konfigurationsassistenten, mit dessen Hilfe Benutzer IPv4-, IPv6- und MAC-basierte ACLs erstellen können. Eine Seite für die manuelle ACL-Konfiguration ist ebenfalls vorhanden. Die D-Link-Switches unterstützen außerdem die ACL-Konfiguration über die CLI.

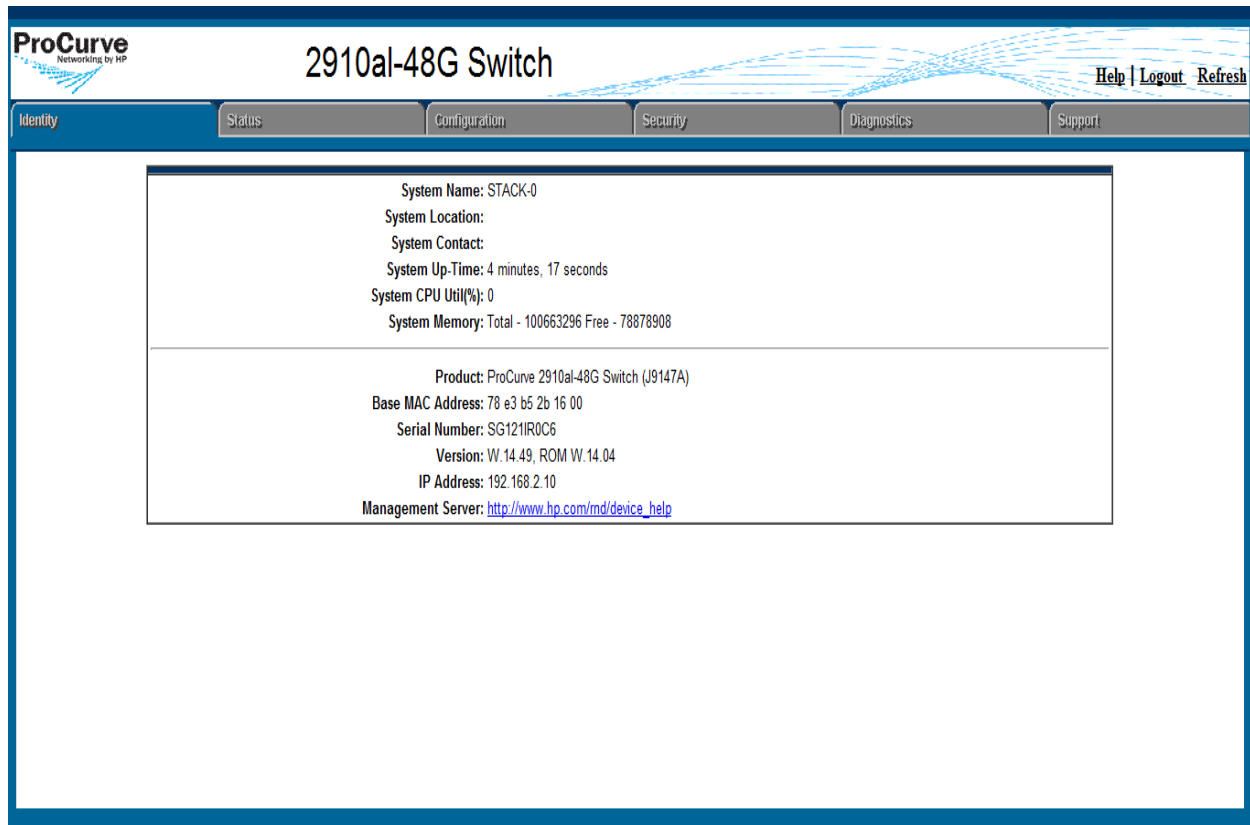
Für die VLAN-Konfiguration kann auch die grafische Oberfläche verwendet werden, und die Optionen sind im Menü **L2 Features** in der Seitenleiste leicht zu finden. VLANs können über die Seite mit den VLAN-Einstellungen hinzugefügt, gelöscht oder bearbeitet werden. Die Benutzer können Ports zu VLANs zuweisen und Ports als mit Tag oder ohne Tag konfigurieren. Für VLAN-Konfigurationsänderungen kann auch die CLI verwendet werden.

Insgesamt ist die grafische Oberfläche von D-Link sinnvoll gestaltet und bietet aussagekräftig beschriftete Optionen in der Seitenmenüleiste, sodass bestimmte Kriterien leicht zu finden und zu konfigurieren sind.

7.4 HP-Serie 2910aI

Die grafische Oberfläche ist für alle Switches der 2910aI-Serie gleich gestaltet. Die Konfigurationsoptionen befinden sich auf Registerkarten oben auf der Seite. Die grafische Oberfläche bietet eine einfache Navigation, enthält jedoch nicht so viele Funktionen wie die anderer Switches. Die Funktionen können auch über die CLI konfiguriert werden.

HP – Bildschirm „Identity“



*Auf dem HP-Bildschirm **Identity** werden grundlegende Systeminformationen angezeigt.*

Als Sicherheitsfunktion unterstützt die grafische Oberfläche unter anderem autorisierte Adressen. Bei Verwendung autorisierter Adressen können Benutzer nur über festgelegte IP-Adressen auf die grafische Oberfläche des Switches zugreifen und bestimmte Aufgaben ausführen. Für den Zugriff auf die VLAN-Konfiguration kann die grafische Oberfläche oder die CLI verwendet werden. VLANs können hinzugefügt, entfernt oder bearbeitet werden. Ports können VLANs hinzugefügt und für Verkehr mit Tag oder ohne Tag konfiguriert werden.

ACLs können auf der grafischen Oberfläche von HP nicht konfiguriert werden. Für diese Konfigurationsaufgaben wird die CLI verwendet. Bei den HP-Switches muss die ACL- und QoS-Konfiguration für jeden Switch einzeln eingerichtet werden. Es ist nicht möglich, eine ACL für einen einzelnen Switch zu konfigurieren und diese dann auf alle Einheiten im Stack anzuwenden. Dies liegt daran, dass der Switch nicht als echter Stack, sondern als Cluster fungiert.

Außerdem hat jeder HP-Switch seine eigene Konfiguration für Spanning Tree, SNMP-Agent und RMON-Agent. Auch dies ist auf Clustering zurückzuführen. Bei einem echten Stack gibt es eine einzige Konfiguration für den gesamten Stack.

Zusammenfassung zur Benutzerfreundlichkeit

Merkmale	Cisco	HP	Netgear	D-Link
Einheitliches Design der Benutzeroberfläche aller getesteten Modelle	J	J	J	J
Einheitliche Benutzeroberfläche in allen Switch-Kategorien	J	N	N	N
ACL-Konfiguration über grafische Oberfläche	J	N	J	J
Konfigurieren des gesamten Stacks als einzelne Einheit	J	N	J	J
Konfiguration in mehreren lokalen Sprachen	J	N	N	N
Durchsuchbare Tabellen für MAC-Adressen/ Gruppenadressen	J	N	N	N
Konfigurationsprozessfluss auf der grafischen Oberfläche	J	N	N	N

8.0 Betriebskosten mit Preisnormalisierung

Die auf dem Preis je Gigabit und den Kosten des Switches pro PoE-Watt basierenden Betriebskosten wurden anhand veröffentlichter Marktpreise, des Gigabit-Durchsatzes und der für die PoE-Nutzung reservierten Wattleistung berechnet. Durch die Berechnung dieser Werte kann der Wert des Switches auf der Basis der Kosten ermittelt werden.

Die Switches wurden zu ähnlichen Kategorien zusammengefasst, um einen fairen Vergleich zu ermöglichen. Das nachfolgende Diagramm zeigt die 18 Switches mit ihrem jeweiligen Preis je Gigabit. Ein niedrigerer Preis je Gigabit ist besser.

8.1 Preis je Gigabit im Vergleich

Gigabit ohne PoE		Ports	Preis je Gigabit
Cisco	SG500-28	28	\$3.77
	SG500-52	52	\$3.70
	SG500X-24	24	\$8.00
	SG500X-48	48	\$6.09
D-Link	DGS-3120-48TC	48	\$4.60
HP	2910al-24G	24	\$11.44
	2910al-48G	48	\$8.16
Netgear	GSM7352S	48	\$8.94
Gigabit mit PoE		Ports	Preis je Gigabit
Cisco	SG500-28P	28	\$5.10
	SG500-52P	52	\$5.53
	SG500X-24P	24	\$9.75
	SG500X-48P	48	\$9.31
D-Link	DGS-3120-48PC	48	\$7.27
HP	2910al-24G-PoE	24	\$8.16
	2910al-48G-PoE	48	\$10.49
Netgear	GSM7252PS	48	\$9.36
10/100 ohne PoE		Ports	Preis je Gigabit
Cisco	SF500-24	24	\$22.87
10/100 mit PoE		Ports	Preis je Gigabit
Cisco	SF500-48P	48	\$39.58

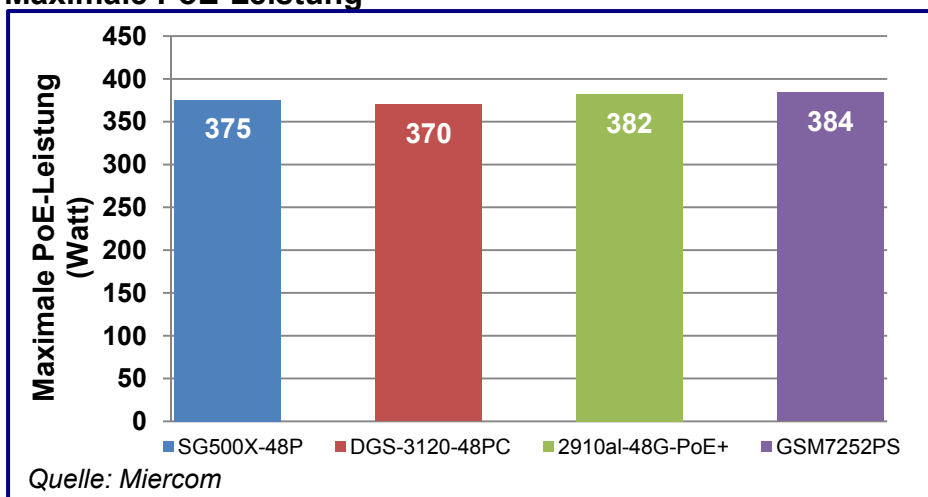
Die Kosten des Switches je Gigabit beliefen sich auf 3,70 US-\$ bis 39,58 US-\$. Bei den Cisco-Switches war der Preis je Gigabit am niedrigsten.

8.2 Switch-Kosten je PoE-Watt

Die Kosten des Switches je PoE-Watt wurden anhand der PoE-Watt-Angaben aus den Datenblättern und veröffentlichter Marktpreise berechnet. Zur Ermittlung eines numerischen Wertes teilten wir die Switch-Kosten durch das PoE-Budget (d. h. die für die PoE-Nutzung reservierte Wattleistung). Der Wert eines Switches ist umso höher, je mehr PoE-Leistung genutzt werden kann.

Die Switches mit 48 bzw. 52 Ports wurden für den gegenseitigen Vergleich ausgewählt. Switches mit 24 Ports wurden beim Vergleich nicht berücksichtigt, da die Leistungsausgabe an die PoE-Ports bei diesen nicht so hoch ist wie bei den Switches mit 48 oder 52 Ports.

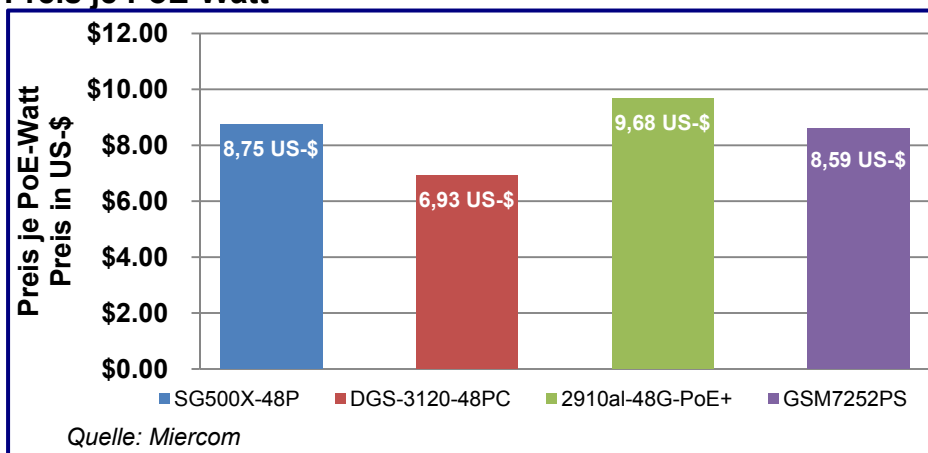
Maximale PoE-Leistung



Von jedem Switch maximal bereitgestellte PoE-Leistung über alle Ports

Die maximal für PoE bereitgestellte Wattanzahl wurde den Datenblättern der Switch-Anbieter entnommen. Anhand dieser Zahl haben wir die Switch-Kosten je PoE-Watt berechnet. Dieser Kostenwert enthält keine Stromverbrauchskosten.

Preis je PoE-Watt



Bei D-Link ist der Switch-Preis mit 6,93 US-\$ je PoE-Watt am niedrigsten.

9.0 Fazit

Wir haben im Zuge dieses Stacking-Tests einige interessante Daten sammeln können. Insgesamt betrachtet boten die Cisco-Switches im Vergleich mit den anderen Switches eine mindestens ebenso gute, wenn nicht bessere Leistung. Außerdem wiesen die Cisco-Switches den niedrigsten Stromverbrauch in den einzelnen Kategorien auf. Während auf der grafischen Oberfläche von HP von einem „Stack“ die Rede ist, fungieren die Switches tatsächlich als Cluster und nicht als echter Stack. Daher müssen ACLs und QoS für jeden Switch einzeln konfiguriert werden. Bei den Stabilitätstests wurde die Funktionalität der Switches von HP, Netgear und D-Link durch mutierte Pakete oder DoS-Angriffe beeinträchtigt. Cisco war der einzige Anbieter, bei dem die Angriffe auf die Switches keine Auswirkungen hatten.

Übersicht zu Stacking

	Cisco	HP	Netgear GSM7252PS	Netgear GSM7352S	D-Link
Kapazität					
MAC-Tabelle	16,384	16,384	8,192	8,192	16,384
Max. Anzahl VLANs	4,096	256	1,024	4,000	4,000
ACL-Regeln	2,000	512	1,024	1,024	512
IP-Routen	128	256	224	480	512
Durchsatz (Leitungsgeschwindigkeit)					
VLAN mit Tag	100%	100%	100%	100%	100%
VLAN ohne Tag	95%	100%	100%	100%	100%
Energieverbrauch					
Energiesparfunktionen	J	N	N	N	J
EEE	J	N	N	N	N
Stromverbrauch	Am niedrigsten	Hoch	Hoch	Hoch	Moderat
Grafische Oberfläche					
Einheitliche Benutzeroberfläche	J	J	J	J	J
Konfigurieren des gesamten Stacks als einzelne Einheit	J	N (Cluster)	J	J	J
Durchsuchbare Tabellen	J	N	N	N	N
Stabilität					
Effizienter DoS-Schutz	J	N	N	N	N
Effiziente Behandlung von Protokollmutationen	J	J	N	N	N
Stacking					
Ring/Kette	J	N (Cluster)	J	J	J
Mischung aus 10/100 und GE	J	J	N	N	N
Stack-LED	J	N	J	J	J

10.0 Übertragbarkeit der Testergebnisse

Die im vorliegenden Bericht beschriebenen Tests sollten für Kunden, die sie mithilfe geeigneter Prüf- und Messgeräte nachstellen möchten, reproduzierbar sein. Bestandskunden oder Interessenten, die diese Ergebnisse reproduzieren möchten, können sich an reviews@miercom.com wenden, um Informationen zu den auf die Testgeräte angewendeten Konfigurationen und den hierbei verwendeten Prüfwerkzeugen anzufordern. Miercom empfiehlt Kunden, gemeinsam mit uns oder anderen bewährten Beratungsunternehmen im Bereich Netzwerktechnik eigene Testanalysen durchzuführen und die Tests gezielt für die Umgebung vorzunehmen, in der die neuen Geräte zum Einsatz kommen sollen.

Dieser von Cisco Systems finanzierte Bericht wurde auf der Grundlage von Daten erstellt, die vollständig und unabhängig im Zuge des Miercom Ethernet Switch Industry Assessments erfasst wurden. Hierbei werden allen Anbietern die gleichen Möglichkeiten zur Teilnahme und zur Mitwirkung an der Testmethodik geboten. Allen an diesen Tests mitwirkenden Anbietern wurde Gelegenheit gegeben, ihre Produkte darzustellen. Zudem haben die Anbieter auch weiterhin die Möglichkeit, aktiv am Industry Assessment teilzunehmen und die im Labortest gewonnenen Erkenntnisse in Frage zu stellen.