

Wettlauf im LAN

HP-Procurve-Switch 8212zl – Aktuelle LAN-Switches sollen eine robuste Basis für Unified-Communications im Unternehmen bilden.

Ein Wettlauf im LAN liefern sich im Zeitalter von Unified-Communications häufig die verschiedenen Anwendungen. Priorisierungsmechanismen sollen dafür sorgen, dass zeitkritische Daten zur rechten Zeit am rechten Ort eintreffen. Eine Testreihe aktueller LAN-Switches in den Real-World Labs an der FH Stralsund sollte klären, wie gut diese Systeme ihren Anforderungen gewachsen sind. Dabei sollten insbesondere die Priorisierungsmechanismen untersucht werden, die zeitkritischen Daten die Vorfahrt im LAN einräumen, wenn es im Netzwerk eng wird.

Der Testkandidat

Der HP-Procurve-Switch 8212zl ist ein modularer Switch im Format von neun Höheneinheiten. Das Chassis kann mit zwölf Procurve-»zl«-Modulen bestückt werden und ermöglicht so den Einbau von maximal 288 Gigabit-Ethernet- oder 48 10-Gigabit-Ethernet-Ports. Natürlich kann der Switch auch mit verschiedenen Modulen gemischt bestückt werden. Die Gesamtbandbreite der Backplane beträgt nach Herstellerangaben maximal 692 GBit/s. Der HP-Procurve-Switch 8212zl, der in unseren Labs zur Verfügung stand, war mit zwei Gigabit-Ethernet-Modulen mit je 24 Ports und mit zwei 10-Gigabit-Ethernet-Modulen mit je vier Ports ausgestattet. In dieser Konfiguration stellte der HP-Switch also insgesamt 48 Gigabit-Ethernet- und acht 10-Gigabit-Ethernet-Ports zur Verfügung. Das entspricht einer nominalen Gesamtbandbreite von 128 GBit/s. Damit lag das System deutlich unter der Gesamtbandbreite der Backplane.

Die Testreihen

Insgesamt haben wir im Rahmen unseres Tests fünf Messreihen durchgeführt. Bei allen Messungen haben wir den oder die Switches in einer Zangenmessung belastet. Als Lastgenerator und Analysator haben wir ein »TestCenter SPT-9000A« von Spirent Communications eingesetzt. Das System war mit 36 Gigabit-Ethernet- und sechs 10-Gigabit-Ethernet-Ports sowie Spirents »TestCenter Application 2.20« ausgestattet. Für unsere Tests haben wir Datenströme mit unserem Test-Center erzeugt und an die Eingangsport des zu testenden Systems gesendet. An den entsprechenden Ausgangsport haben wir dann mit dem Test-Center die ankommenden Datenströme analysiert. Getestet haben wir die Betriebs-Modi Fully-Meshed, Unicast-QoS,

Multicast und Trunk. Zusätzlich haben wir den Stromverbrauch in Abhängigkeit von der Datenlast ermittelt.

Alle Messungen haben wir nacheinander mit Frame-Formaten von 66, 128, 256, 512, 1024, 1280 und 1518 Byte durchgeführt. Die Last an den Eingangsport startete jeweils bei 25 Prozent und wurde dann in entsprechenden Schritten auf 100 Prozent erhöht. Das bedeutete an den Ausgangsport eine Last zwischen 100 und 400 Prozent – dabei waren die Lastanteile für die vier Prioritäten immer gleich groß, so dass die Daten der verschiedenen Prioritäten immer in einem gleichen Verhältnis zueinander standen.

Bei den Messungen mit Überlast, die wir alle mit Strict-Priority durchgeführt haben, sollten die Switches folgendes idealtypisches Verhalten zeigen: Bei 100 Prozent Last an den Ausgangsport sollten alle Datenströme ungehindert weiter geleitet werden. Bei zunehmender Last sollten die Switches dann jeweils möglichst viele Daten der niedrigsten Prioritäten verlieren und möglichst viele Daten der hohen Prioritäten unbeschadet passieren lassen. Bei vierfacher Überlast sollte der jeweilige Switch folglich alle Daten mit Ausnahme denen der höchsten Priorität verwerfen.

Fully-Meshed

Im Testaufbau »Fully-Meshed« haben wir mit unserem Lastgenerator/Analysator Last erzeugt und auf alle 36 Gigabit-Ethernet-Eingangsport des zu testenden Switches gesendet. Die Datenströme haben wir an die jeweils 35 anderen Gi-

gabit-Ethernet-Ports des selben Switches adressiert und mit dem Lastgenerator/Analysator analysiert. In diesem Szenario haben also 36 Gigabit-Ethernet-Ports gleichzeitig an alle anderen Ports gesendet und von diesen Datenströme empfangen. Überlasten entstehen in diesem Szenario nicht, so dass hier keine Datenverluste zu erwarten sind. – Vorausgesetzt, der so belastete Switch arbeitet mit Leitungsgeschwindigkeit.

Nahezu fehlerfrei, also weitgehend ohne außerplanmäßige Datenverluste, hat HPs Procurve-Switch 8212zl in diesem Szenario gearbeitet. Frame-Loss konnten wir ihm nur bei der Messung mit den kleinsten Datenpaketen nachweisen. Hier gingen unter Volllast allerdings gut 19 Prozent der Daten verloren.

Unicast-QoS

Im Betriebsmodus »Unicast-Gigabit-Ethernet intern« haben wir mit unserem Lastgenerator/Analysator Last erzeugt und nacheinander auf 4, 16 und 28 Gigabit-Ethernet-Eingangsport des zu testenden Switches gesendet. Die Datenströme haben wir dann nacheinander an 1, 4 und 7 Gigabit-Ethernet-Ports des selben Switches adressiert und mit dem Lastgenerator/Analysator analysiert, so dass wir jeweils eine maximal vierfache Überlast erzeugen konnten.

Im selben Betriebsmodus haben wir dann auch die 10-Gigabit-Ethernet-Ports belastet. Hierzu haben wir dann die Datenströme an vier 10-Gigabit-Ethernet-Ports und an einen 10-Gigabit-Ethernet-Port adressiert gesendet. Dann



haben wir die Datenströme an sechs 10-Gigabit-Ethernet-Port gesendet und an 15 Gigabit-Ethernet-Ports geschickt. Zuletzt adressierten 36 Gigabit-Ethernet-Ports einen 10-Gigabit-Ethernet-Port. Bei diesen Messungen erzeugten wir jeweils eine maximale Überlast von 400 Prozent, im letzten Fall von 360 Prozent.

Der Procurve-Switch hatte keinerlei Probleme bei unseren Messungen im Betriebsmodus »Unicast-Gigabit-Ethernet intern«, so lange wir mit vier beziehungsweise 16 Eingangsports arbeiteten. Dabei verhielt er sich entsprechend den Strict-Priority-Regeln und verwarf grundsätzlich bei entsprechenden Überlasten immer erst vollständig die niedrig priorisierten Daten zu Gunsten der höher priorisierten. Das hatte unter maximaler Last den Totalverlust aller Daten bis auf die am höchsten priorisierten Daten zur Folge. Die Daten der höchsten Priorität blieben unabhängig von den verwendeten Frame-Formaten frei von ungebührlichen Datenverlusten.

Verwendeten wir 28 Gigabit-Ethernet-Ports und sendeten von diesen mit einer maximal vierfachen Überlast auf sieben Gigabit-Ethernet-Ports, dann kam es unter Volllast zu Problemen. Hier teilte der Procurve-Switch plötzlich die Datenverluste zwischen der höchsten und der zweithöchsten Priorität auf. So kam es zu ungebührlichen Datenverlusten in der höchsten Priorität. Diese betrug zwischen 70 Prozent bei der Messung mit den kleinsten Frames und gut 82 Prozent bei den größeren Frame-Formaten.

Sendeten wir mit vier 10-Gigabit-Ethernet-Ports auf einen 10-Gigabit-Ethernet-Port, waren wieder außerplanmäßige Datenverluste zu verzeichnen. So betrug der Frame-Loss unter Volllast bei unserer Messung mit den kleinsten Datenpaketen in der höchsten und in der zweithöchsten Priorität jeweils über 56 Prozent. Verwendeten wir 128-Byte-Pakete, so gingen unter Volllast noch gut 28 Prozent der am höchsten und gut 71 Prozent der am zweithöchsten priorisierten Daten verloren. Ab 256 Byte war dann die Priorisierungswelt wieder in Ordnung.

Bei der nächsten Messung haben wir auf sechs 10-Gigabit-Ethernet-Ports gesendet und die Datenströme an 15 Gigabit-Ethernet-Ports adressiert. Wie zuvor entstand so bei Volllast eine vierfache Überlastsituation. Auch hier arbeitete der HP-Switch mit Frame-Formaten von 256 Byte und größer problemlos. Zu unerwünschten Datenverlusten kam es dagegen mit kleineren Frames. Waren die Datenpakete 66 Byte groß, verlor der Switch unter Volllast rund 42 Prozent der Daten in der höchsten Priorität. Verwendeten wir 128-Byte-Pakete, betrug der Datenverlust in der höchsten Priorität unter Maximallast noch rund 19 Prozent.

In der letzten Unicast-QoS-Messung sendeten dann 36 Gigabit-Ethernet-Ports auf einen 10-Gigabit-Ethernet-Port. Hier betrugen die Datenverluste unter Maximallast in der höchsten Priorität bei der Messung mit den kleinsten Frames gut 19 Prozent. Im Betrieb mit größeren Frame-Formaten verhielt sich der Procurve-Switch dann wieder tadellos.

Unicast-Trunk

Im Betriebsmodus »Unicast-Trunk« haben wir zwei baugleiche Switches in Reihe geschaltet. Dabei haben wir wieder mit unserem Lastgenerator Last erzeugt und auf vier Gigabit-Ethernet- beziehungsweise vier 10-Gigabit-Ethernet-Eingangsports des jeweils zu testen Switches gesendet. Über vier Ausgangsports des ersten Switches, die einen Trunk bildeten, haben wir dann vier Gigabit-Ethernet- beziehungsweise vier 10-Gigabit-Ethernet-Ports des zweiten Switches adressiert. Die Gigabit-Ethernet- beziehungsweise 10-Gigabit-Ethernet-Eingangsports des zweiten Switches haben dann die Datenströme an vier Gigabit-Ethernet- beziehungsweise 10-Gigabit-Ethernet-Ausgangsports des selben Switches gesendet. In diesem Szenario haben wir stets maximal eine zweifache Überlast erzeugt.

Die Trunking-Technologie ermöglicht das Bündeln von mehreren Ports zu einer logischen Verbindung zwischen zwei Switches. Den Trunk-Mechanismus realisieren die Switch-Hersteller heute so, dass alle Datenströme, die über den Trunk gesendet werden sollen, in je-

weils eine Queue pro Port laufen. Jeder Trunk-Port hat seine eigene Hardware-Queue. Die einzelnen Datenpakete, die über den Trunk gesendet werden sollen, werden mittels proprietärer Hash-Algorithmen den einzelnen Queues zugewiesen, ohne Rücksicht auf die Auslastung des jeweiligen Ports zu nehmen. Die Hash-Algorithmen verwenden Teile der IP-Adressen und Teile der Portnummern der sendenden und / oder der empfangenden Systeme. Die Hersteller halten ihre Algorithmen geheim und wir dürfen diese aus rechtlichen Gründen hier auch nicht veröffentlichen.

In vorhergehenden Tests stellte sich bereits heraus, dass für alle Switches Situationen erzeugbar waren, in denen die Algorithmen für eine gleichmäßige Verteilung der Datenströme sorgten. Andererseits kam es aber auch bei allen Systemen zu Situationen, in denen die Verteilung der Datenströme sehr unsymmetrisch erfolgte. Jede Leitung hat ihre eigene Queue, daher werden die Datenströme unabhängig voneinander abgearbeitet. Das hatte dann deutliche Performance-Einbußen zur Folge, weil der »verstopfte« Port einen Rückstau in der davor geschalteten Queue verursachte. Dabei verhielten sich die Switches nicht eindeutig für den Administrator vorhersagbar, da dieser den Algorithmus nicht kennt und zudem die Absenderportnummern in der Regel dynamisch vergeben werden, was er zumeist nicht kontrollieren kann.

Generell gilt allerdings bei diesem Verhalten, dass bei steigender Anzahl der IP-Adressen im Subnetz auch die Verteilung der Datenströme im Trunk gleichmäßiger wurde. Da es sich hierbei um ein konzeptionelles Problem handelt, das allen aktuellen Switches gemeinsam ist, haben wir einen Test durchgeführt, der das Problem exemplarisch darstellt. Ansonsten haben vorhergehende Tests gezeigt, dass für alle getesteten Switches Szenarien möglich sind, in denen die Systeme die Datenströme gleichmäßig verteilen,

und solche, in denen sie sehr asymmetrisch arbeiten und somit auf sehr schlechte Durchsatzleistungen kommen.

Bei der ersten Trunk-Messung mit Gigabit-Ethernet-Ports hat der HP-Switch gemäß Strict-Priority-Regeln korrekt gearbeitet und keine Daten der beiden höheren Prioritäten verloren. Als wir den gleichen Test mit 10-Gigabit-Ethernet-Ports wiederholten, hatte der Procurve-Switch mehr Probleme. Bei der Messung mit dem kleinsten Frame-Format war eine Priorisierung schlicht nicht nachweisbar. Die messbaren Datenverluste streuten gleichmäßig über alle vier Prioritäten und betragen bei Maximallast jeweils rund 57 Prozent. Wiederholten wir die Messung mit 128-Byte-Frames, so betrug der Datenverlust unter Maximallast in den beiden hohen Prioritäten immerhin noch rund 27 Prozent, obwohl hier theoretisch gar keine Datenverluste erforderlich gewesen wären. Mit größeren Frame-Formaten kam der Procurve-Switch dann wieder gut zurecht und lieferte eine einwandfreie Priorisierungsarbeit.

Multicast

Als nächste Messreihe haben wir einen einzelnen Switch im Multicast-Betrieb einer Zangenmessung unterzogen. Dabei haben wir mit unserem Lastgenerator Datenströme erzeugt und auf vier Gigabit-Ethernet- beziehungsweise vier 10-Gigabit-Ethernet-Eingangsports des Switches gesendet. Jeder dieser vier Ports hat dann die Datenströme an 32 Gigabit-Ethernet-Ports beziehungsweise zwei 10-Gigabit-Ethernet-Ports weiter geleitet. Dort wurden sie vom Analysator gelesen und ausgewertet. Bei diesem Szenario haben wir maximal eine Überlast von jeweils 400 Prozent erzeugt.

Die Multicast-Messungen mit den Gigabit-Ethernet-Ports hat der HP-Switch gut gemeistert. Lediglich bei der Messung mit den kleinsten Frames war eine geringe Verlustrate in der höchsten Priorität unter Vollast von knapp drei Prozent zu vermerken. Bei den Messungen mit größeren Frames ließen sich keinerlei unerwünschte Datenverluste nachweisen. Verwendeten wir die 10-Gigabit-Ethernet-Ports, hatte der HP-Switch dagegen deutliche Probleme. Bei der Messung mit den kleinsten Frames war eine Priorisierung schlicht nicht nachzuweisen und Leitungsgeschwindigkeit nicht erreichbar. Mit größeren Frame-Formaten kam der Switch dann tendenziell besser zurecht. Bei der Messung mit den größten Frames war aber immer noch eine Verlustrate in der höchsten Priorität von gut 20 Prozent zu verzeichnen.

Stromverbrauch

Um den Stromverbrauch des Switches unter Last zu ermitteln haben wir sechs 10-Gigabit-Ethernet-Ports und 36 Gigabit-Ethernet-Ports mit unserem Lastgenerator verbunden und Datenströme der verschiedenen Frame-Formate erzeugt. Im Leerlauf, also ohne Datenlast, kam der Switch auf einen Stromverbrauch von 263 Watt mit einem Netzteil und von 280 Watt im Leer-

laufbetrieb mit zwei Netzteilen. Unter Datenlast schwankte dann der Stromverbrauch mit einem angeschlossenen Netzteil zwischen 277 und 285 Watt. Waren zwei Netzteile angeschlossen, verbrauchte der Procurve zwischen 291 und 295 Watt. Tendenziell war dabei zu beobachten, dass der Stromverbrauch im Betrieb mit größeren Frames etwas geringer ist, als wenn kleinere Frames zu verarbeiten sind. Allerdings sind diese Unterschiede prozentual sehr gering.

Designbedingter Flaschenhals

Dass der HP-Switch nicht alle 10-Gigabit-Ethernet-Ports gleichzeitig mit Leitungsgeschwindigkeit versorgen kann, liegt nach Aussage des Herstellers am Design. IT-Verantwortliche können den Switch mit 24-Port-Gigabit-Ethernet- oder mit 4-Port-10-Gigabit-Ethernet-Modulen bestücken. Die Anbindung der einzelnen Module hat aber nur eine Performance von maximal 28,8 GBit/s. Parallele Leitungsgeschwindigkeit auf allen Ports eines Moduls ist also nur möglich, wenn 24-Port-Gigabit-Ethernet-Module zum Einsatz kommen. Ist 10-Gigabit-Ethernet-Wirespeed gewünscht, empfiehlt HP, jeweils nur zwei Ports je 10-Gigabit-Ethernet-Modul zu verwenden. Ein Problem in diesem Design sieht der Hersteller nicht, da die 10-Gigabit-Ethernet-Links in der Regel genutzt würden, um Bündel von Gigabit-Ethernet-Links zu ersetzen. Einer HP-internen Analyse zu Folge sollen über 90 Prozent der 10-Gigabit-Ethernet-Kunden weniger als 20 Prozent der möglichen Kapazität nutzen. Der Grund hierfür soll sein, dass die Switches überwiegend in Rechenzentren zur Anbindung von Blade-Servern genutzt werden, die 10-Gigabit-Ethernet-Adapter besitzen.

Fazit

Moderne modulare Switches wie der HP-Procurve-Switch 8212zl sind grundsätzlich für den Einsatz in Unternehmensnetzen mit Unified-Communications-Anwendungen geeignet. Dass solche Switches aber bedingungslos und ohne Einschränkungen Leitungsgeschwindigkeit und Quality-of-Service bieten, ist auch heute noch keine Selbstverständlichkeit. Auch der Procurve-Switch 8212zl ist da keine Ausnahme. So besitzt er einen designbedingten Flaschenhals, der die gleichzeitige Nutzung von vier 10-Gigabit-Ethernet-Ports auf einem Switch-Modul einschränkt. Hier bekommt der IT-Verantwortliche nicht wirklich die Nominalleistung für sein Geld. Und wenn zu viele kleine Datenpakete zu transportieren sind, dann kommt der Switch auch an seine Leistungsgrenzen. Wer diese Einschränkungen kennt, kann den Procurve-Switch sicherlich in den verschiedensten Umgebungen sinnvoll einsetzen. Voraussetzung ist allerdings, dass die IT-Verantwortlichen die Möglichkeiten und Einschränkungen der aktiven Komponenten genau kennen.

Dipl.-Ing. Thomas Rottenau,
Prof. Dr. Bernhard G. Stütz,
dg@networkcomputing.de

STECKBRIEF

Procurve-Switch 8212zl

Hersteller: HP Procurve

Charakteristik: Modularer LAN-Switch für Gigabit-Ethernet und 10-Gigabit-Ethernet mit QoS-Funktionalität

Preis: auf Anfrage je nach Konfiguration

Web: www.procurve.com

Plusminus

- + Flexibel einsetzbarer Switch
- + QoS-fähige Priorisierung
- + Niedriger Stromverbrauch
- Durchsatzschwäche bei kleinen Frames
- Designbedingter Engpass bei der Verwendung aller 10-Gigabit-Ethernet-Ports auf einem Modul

