



Pilot-Vergleichstest Fibre-Channel-Switches

Mit Volldampf im SAN

Mit 1 beziehungsweise 2 GBit/s Nennleistung pro Port bieten SAN-Switches eine Menge Dampf. Wie schnell Fibre-Channel-Switches unter Volldampf wirklich sind, mussten sie in einem ersten Pilottest unserer Real-World Labs beweisen.

Storage-Area-Networks revolutionieren die IT-Landschaft in den Unternehmen. Und mit ihnen hält eine für viele IT-Verantwortliche neue Netzwerktechnologie Einzug in die Unternehmen: Fibre-Channel. Aktive Fibre-Channel-Komponenten – kleinere Komponenten werden als Switches, größere zumeist als Directors gehandelt – sollen für die hochperformante Verbindung der unterschiedlichen Storage-Systeme und der Server sorgen. Mit 1 beziehungsweise 2 GBit/s pro Port haben solche Systeme eine Menge Power – zumindest auf dem Papier. Wir wollten wissen, wie durchsatz- und leistungsstark diese Systeme wirklich sind und wie sie sich verhalten, wenn es im Speichernetz mal eng wird. Damit wir unseren Pilottest fahren und unsere Test-Setups entwickeln konnten stellte uns Hitachi Data Systems ihr Storage-Lab in Feldkirchen bei München für eine Woche zur Verfügung. Wir nutzten ausschließlich Fibre-Channel-Switches, die zum Bestand der Hitachi Data Systems-Labs gehörten. Das Testfeld bildeten die Brocade-Switches »SilkWorm 2800« und »SilkWorm 3800«, der »McData ES-3032« sowie ein »FC-9000« von Inrange.

Die hier vorliegenden Testresultate haben wir dann den jeweiligen Herstellern der Geräte zur Verfügung gestellt und diese eingeladen, zu Wiederholungsmessungen, die gegebenenfalls auch Updates berücksichtigen, in unsere Labs an der FH Stralsund zu kommen. Dieser »Mess-Event« ist nicht zustande gekommen, weil sich alle drei Hersteller außer Stande sahen, im vorgesehenen Zeitraum die entsprechenden Systeme zur Verfügung zu stellen. Von einer Bewertung der Messergebnisse mittels der üblichen Report-Card sehen wir in diesem Artikel ab, da aufgrund des Zeitverlustes nicht gewährleistet ist, dass alle getesteten Systeme Hard- und Software-seitig noch identisch mit den Systemen sind, die zum Zeitpunkt des Erscheinens dieses Heftes ausgeliefert werden. Ein neuer Vergleichstest, der vom 25. bis zum 29. August in den Labs von Hitachi Data Systems stattfindet, wird zeigen, welche Modifikationen die Hersteller bis dahin vorgenommen haben. Die Veröffentlichung ist für die Network Computing-Ausgabe 16/17 2003 vorgesehen.

In einem SAN sind Fibre-Channel-Switches die »Einwahlpunkte« für alle Geräte – sowohl Server als auch die unterschiedlichsten Storage-Systeme werden direkt an die Fabric geschaltet. Dazu stellt ein Switch die so genannten Fabric-Ports (F_Port) zur Verfügung. Die Übertragung innerhalb der Fabric geschieht zwischen Switches über Inter-Switch-Links, kurz ISL, dazu dienen die Expansion-Ports (E_Port). Damit sind die Fibre-Channel-Switches im SAN die wichtigsten Kommunikations-

einheiten, sie bestimmen die Performance der Fabric. Bringen sie nicht die benötigte Leistung oder behandeln sie Datenströme unfair, kann es zu ernsthaften Problemen kommen. Andererseits ist es für das Design von SANs wichtig, die tatsächliche Performance der verwendeten Geräte zu kennen.

Control seine Empfangsbereitschaft signalisiert, dürfte im Normalfall kein Frame-Verlust auftreten, was auch unsere Messungen bestätigen. Interessant

sind daher nicht wie bei unseren LAN-Switches die

Datenverlusten, sondern der maximal erzielbare Datendurchsatz und das Handling der ISL-Verbindungen. Um nun den maximalen Durchsatz zu messen bedarf es eines Referenzwertes, dieser ist bei

FC abhängig von den verwendeten

Framegrößen. Generell gilt hierbei, dass die übertragbaren Nutzdaten

bei kleineren Frames abnehmen. In Tabelle 1

sind die maximal zu erreichenden Nutzdaten

in Abhängigkeit der Framegröße aufgezeigt.

Da bei Fibre-Channel zusätzlich zum Datenverkehr noch Steuerdaten übermittelt werden, kann der theoretische Wert von 1 GBit/s = 132,81 MByte/s nie erreicht werden. Der reale Overhead setzt sich aus folgenden Faktoren zusammen.

Info

Das Testfeld

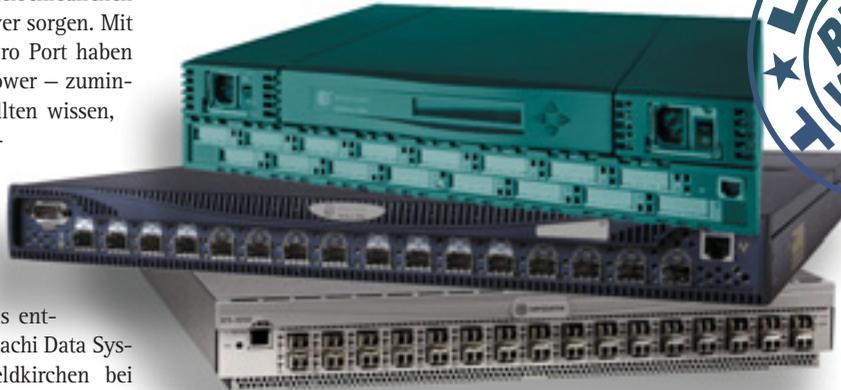
- ▶ Brocade SilkWorm 2800
- ▶ Brocade SilkWorm 3800
- ▶ McData 3032
- ▶ Inrange FC-9000

▶ Die 8/10-Bit-Kodierung der FC-1-Ebene, die für die Übertragung von 8 Bit zusätzliche 2 Bit benötigt.

▶ Der Frame-Header nimmt im besten Fall 36 Byte, bei genutztem Optional-Header bis zu weiteren 64 Byte in Anspruch.

▶ Idles oder R_RDY-Signale für die Flusskontrolle benötigen zwischen 24 und 48 Byte.

▶ Findet eine Bestätigung mit Acknowledge statt, kommen nochmals 36 Byte hinzu.



Von Hause aus bringt Fibre-Channel verschiedene »Class of Service« mit, derzeit sind aber in aktuellen Systemen nur Class-3 und -2 implementiert. Da für SCSI-Kommunikation Class-3 verwendet wird, kam Class-3 auch im Test zum Einsatz. Class-3 ist die in Fibre-Channel-Netzen am häufigsten verwendete Kommunikation. Es findet hierbei keine Reservierung von Bandbreite statt und der Weg durch das Fabric ist nicht festgeschrieben. Es obliegt damit den Switches die Frames korrekt zu übermitteln. Eine Überprüfung der gesendeten Frames findet nicht statt, das heißt wenn Datenfehler auftreten ist es Sache von einer höheren Schicht, wie SCSI, die Korrektur durch erneute Übermittlung der Daten durchzuführen. Der Fibre-Channel-Switch muss nur seine Empfangsbereitschaft mit einem »Receiver Ready« (R_RDY) signalisieren. Für den Empfang der Frames besteht im Switch ein Puffer-Speicher. Die Größe dieses Buffers und die Zahl der damit maximal empfangbaren Frames werden über den Buffer-to-Buffer-Credit definiert. Der Abgleich dieser und anderer Werte, wie der Übertragungsgeschwindigkeit oder die maximale Framegröße, geschieht beim Loginvorgang. Da der Fibre-Channel-Switch dank implementierter Flow-

Tabelle 1

Nutzdaten bei 1 und 2 GBit/s

Datendurchsatz	128-Byte-Frames	2048-Byte-Frames
1 GBit/s	64,31 MByte/s (514,48 MBit/s)	103,17 MByte/s (825,36 MBit/s)
2 GBit/s	128,62 MByte/s (1028,96 MBit/s)	206,35 MByte/s (1650,8 MBit/s)

Damit kann der reale Overhead in einer Größenordnung von minimal 22 Prozent bis zu maximal 80 Prozent liegen. Zu erkennen ist, dass bei einer Framegröße von 128 Byte 51,7 Prozent der 132,81 MByte/s für Übertragung, Kodierung und Steuerverkehr verwendet werden. Der Einsatz von 2048 Byte großen Frames reduziert den Wert auf 22,3 Prozent. Um den maximalen Datendurchsatz zu messen werden die Switches mit Traffic belastet, der möglichst den gesamten Switch fordert. Diese Anforderung erfüllt der Fully-Meshed-Test, es findet hier ein All-to-all-Datenverkehr statt.

Um die Fairness zu testen haben wir dann die ISL-Verbindungen gezielt überlastet. Eine Überlastsituation sollte aber im Gegensatz zu unseren Ethernet-Tests nicht entstehen, da der Datenverkehr durch den Switch und mittels R_RDY-Signal geregelt werden sollte.

Im Test kamen Fibre-Channel-Switches von Brocade, Inrange und McData zum Einsatz. Zur Verfügung stand von jedem Hersteller je ein Switch mit 1 GBit/s Geschwindigkeit und zusätzlich von Brocade ein Vertreter der neueren 2-GBit/s-Klasse. Getestet haben wir von Brocade den Silkworm-2800 und den Silkworm-3800, von Inrange den FC/9000 und von McData den ES-3032-Switch. Die Switches von Brocade besaßen 16 Ports, die anderen beiden je 32 Ports. Fibre-Channel erlaubt generell einen bidirektionalen Datenverkehr. Aber alle Werte die hier aufgezeigt sind, zeigen den Datendurchsatz in eine Richtung, geben also die unidirektionalen Werte an.

Fully-Meshed-Tests

Das Test-Setup Fully-Meshed hat das Ziel, den maximal möglichen Datendurchsatz eines Switches zu bestimmen. Dazu haben wir die Smartbits so konfiguriert, dass der Traffic den gesamten Switch belastet. Jeder der hierbei eingesetzten 16 Ports sendet zu allen anderen Ports seine Frames. Das heißt, es besteht pro Port eine 1:n-Beziehung zu allen weiteren verwendeten Ports. Dabei haben wir automatisch die Bandbreite jedes Ports inkrementell von 50 Prozent auf 100 Prozent Last angehoben. Dies geschah in einer Schrittweite von 10 Prozent. Da alle Ports gleichzeitig senden und empfangen mussten, ergibt sich ein bidirektionaler Datenverkehr. Dieser würde im Idealfall für jeden einzelnen Port 100 Prozent des theoretisch erreichbaren Maximalwertes an Nutzdaten betragen.

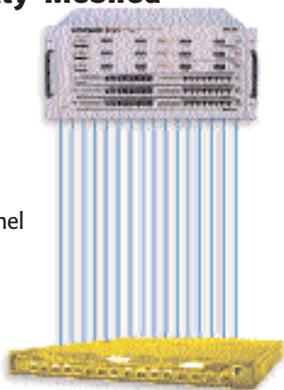
Test-Setup

Fully-Meshed

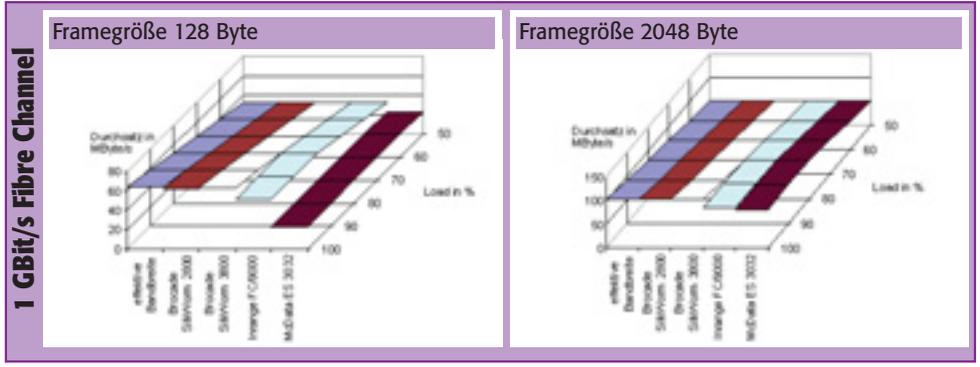
Smartbits
Lastgenerator/
Analysator

16 x Fibre-Channel
(Full-Duplex,
16x1:15)

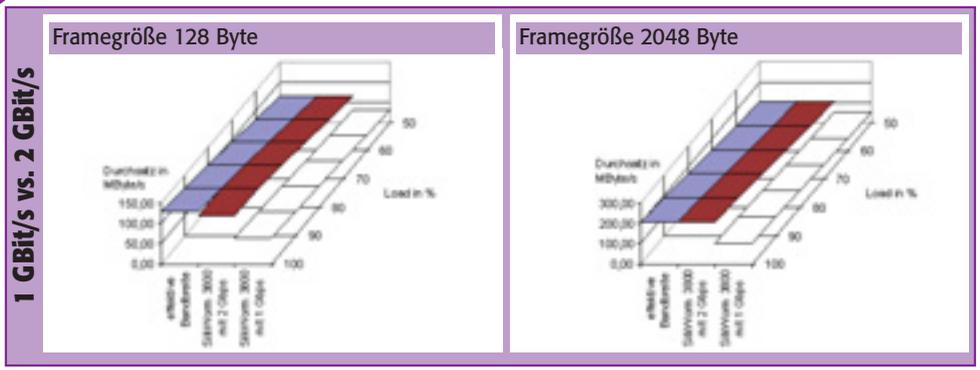
Switch im Test



Fully-Meshed-Test



Fully-Meshed-Test



Mit diesem Test haben wir die Performance der zu testenden Geräte untersucht. Zum einen wird der Prozessor des Switches getestet, indem man kleine Framegrößen verwendet, zum anderen wird der Speicher durch die großen Frames geprüft. In dieser Messung haben wir Frames mit der Größe von 128 Byte und 2048 Byte generiert.

Wie schon erwähnt werden mit kleinen Frames die CPUs in den Switches am meisten belastet. Da meist mehrere Ports auf eine CPU geschaltet werden, kann es in diesem Bereich zu Engpässen kommen. Wenn im SAN viele Datenbank-Anfragen stattfinden ist mit kleinen Frames zu rechnen. Hat ein Switch Probleme mit kleinen Frames, führen diese zu nicht vorhergesehenen Engpässen im SAN.

Zuerst haben wir bei unseren Messungen mit 1 GBit/s und 128 Byte kleinen Frames die beiden Silkworm-Switches getestet. Beide Switches kamen mit der Laststeigerung zurecht. Nur bei 100 Prozent Last ist im Kurvenverlauf zu erkennen, dass die Reserven des Silkworm-3800 – wahrscheinlich bedingt durch das für den möglichen 2-GBit/s-Einsatz modifizierte Design – einen etwas höheren Datendurchsatz erlaubten, der bei 63,43 MByte/s unidirektional pro Port liegt. Der Silkworm-2800 schaffte es, maximal 62,14 MByte/s zu übertragen.

Der Inrange-FC-9000-Switch konnte der Laststeigerung ab 80 Prozent nicht mehr folgen und begrenzte den Datenfluss auf 52 MByte/s. Das sind rund 10 MByte/s weniger als maximal theoretisch möglich und dürfte im

normalen Betrieb unter Umständen spürbar sein. Der McData-ES-3032 regelte schon bei eingestellten 50 Prozent Last die Smartbits auf 36 Prozent und somit auf einen maximalen Durchsatz von rund 23 MByte/s herunter. Eine Kontrollmessung bei einer Framegröße von 512 Byte ergab, dass der Switch mit dieser Einstellung etwas besser zu Recht kam, aber auch relativ früh an seine Grenzen stieß. Um zu vermeiden, dass der ES-3032 zum Flaschenhals im SAN wird, ist es unbedingt erforderlich, die Messungen nach erfolgten Updates zu wiederholen.

Bei den Messungen mit 1 GBit/s und 2048 Byte Framegröße haben wir auch den Speicherdurchsatz gemessen. Wenn das SAN hauptsächlich für die Speicherung von großen Datenmengen genutzt wird, ist dieser Test sehr interessant. Wurde hier mit Speicher gespart oder das Speichermanagement ist nicht optimal, kommt es zu Problemen. Es kann passieren, dass die Datenmengen in einer bestimmten Zeit beispielsweise bei einem Backup nicht zu übertragen sind und damit Fehler verursachen.

Die beiden Silkworm-Switches zeigten auch hier wieder keine nennenswerten Schwächen. Sie liefen bis 100 Prozent Last mit identischen Ergebnissen und lagen beide bei 103 MByte/s. Der In-

Info

Overhead und nutzbare Bandbreite

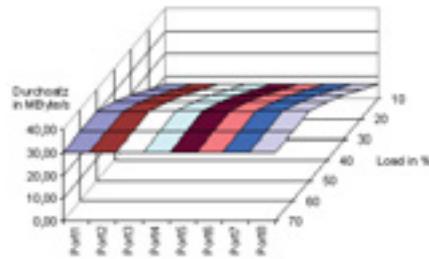
Die Bandbreite lässt sich nach folgender Formel bestimmen:

$$\text{Bandbreite (MBit/s)} = \frac{\text{Payloadgröße (in Byte)}}{\text{Payloadgröße (in Byte)} + \text{Overhead (in Byte)}} \times \frac{\text{Speed (in MBit/s)}}{10}$$

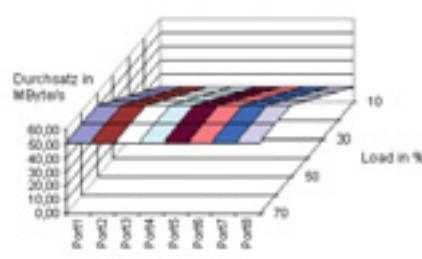
ISL-Test

Brocade SilkWorm 2800

Framegröße 128 Byte



Framegröße 2048 Byte



range-Switch erreichte mit 85 MByte/s einen Maximaldurchsatz, der wieder rund 80 Prozent der theoretische möglichen Maximallast entspricht. Deutlich besser als mit kleinen Frames kam der McData-Switch mit großen Frames zurecht. Der ES-3032 erreichte 82 MByte/s was einer Steigerung von 161 Prozent entspricht. Damit lag der maximale Durchsatz bei rund 80 Prozent und nur knapp unter dem des Inrange-Systems.

Der zeitliche Vorsprung, den Brocade in der Entwicklung von Fibre-Channel-Switches hat, wird in den vorliegenden Messungen deutlich. Die Switches arbeiten dicht an den theoretischen Idealwerten. Der FC-9000 von Inrange schaffte es nicht, 100 Prozent Last zu übertragen, bei dem getesteten Switch scheinen CPUs und Speicher etwas zu knapp ausgelegt zu sein. Der McData-Es-3032 zeigte zumindest bei der Übertragung großer Frames ein zufriedenstellendes Ergebnis, aber die Probleme bei kleinen Frames waren deutlich zu sehen. Inzwischen hat McData den Switch vom Markt genommen und durch den ES-3232 ersetzt. Ob es McData geschafft hat, Brocade einzuholen, wird der kommende Vergleichstest zeigen.

Für die Messung mit 2 GBit/s stand nur der SilkWorm-3800 zur Verfügung. Um zu sehen, ob sich ein Einsatz von 2 GBit/s lohnt, haben wir den SilkWorm-3800 mit 1 GBit/s und mit 2 GBit/s getestet. Wie haben wieder ein Test mit kleinen Frames und einen Test mit großen Frames durchgeführt. Als Referenz kam die maximal mögliche Nutzdatenbandbreite bei 2 GBit/s zum Einsatz.

Die Ergebnisse der Messung mit 128 Byte Framegröße bestätigten den Eindruck der Messung mit 1 GBit/s, auch hier ging der Switch die Laststeigerungen bis 100 Prozent mit. Der maximale Durchsatz betrug im 2-GBit/s-Modus 119 MByte/s und im 1-GBit/s-Modus gut 63 MByte/s. Auch bei der Messung mit 2048-Byte-Frames verlief die Laststeigerung bis 100 Prozent ohne Probleme. Der maximale Durchsatz betrug rund 205 MByte/s im 2-GBit/s-Modus und 103 MByte/s im 1-GBit/s-Modus. Der Schritt von 1 GBit/s auf 2 GBit/s Nennleistung ermöglicht also im Fall des SilkWorm-3800 tatsächlich eine Verdoppelung der Nutzdaten-Performance. Ein Wechsel vom SilkWorm-2800 auf den SilkWorm-3800 bedeutet eine Verdoppelung der effektiven Leistung.

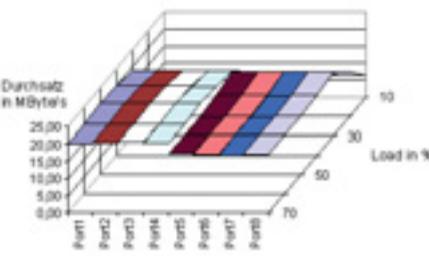
ISL-Tests

Da es in der Praxis in einem SAN nicht nur zum Einsatz eines Switches kommt, sondern sich die Fabric über mehrere Koppellemente erstreckt, ist es von Interesse, das Handling der Ports innerhalb des Switches zu testen. Dieser Test trifft eine Aussage über die Fairness der einzelnen Ports bei gezielter Überlastung. Hierzu haben wir jeweils zwei Switches gleichen Typs verwendet. Dabei haben wir nicht auf Open-Fabric zurückgegriffen, sondern das jeweilige herstellereigene System benutzt. Jeder Switch wurde auf acht Fibre-Channel-Datenports beschaltet und mit dem Spirent-Lastgenerator/Analysator verbunden. Vier ISL-Leitungen stellten die Verbindung zum anderen, baugleichen Switch her. Die Kommunikation fand bidirektional statt. Dabei wurde die Bandbreite jedes Ports inkrementell von 10 Prozent auf 80 Prozent angehoben. Wir haben wieder eine Schrittweite von 10 Prozent

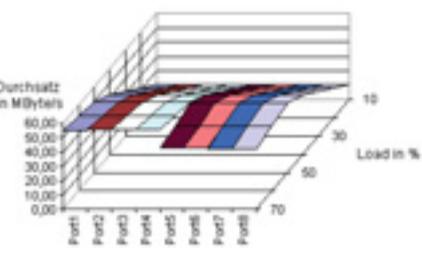
ISL-Test

McData ES 3032

Framegröße 128 Byte



Framegröße 2048 Byte



Info

So testete Network Computing

Damit wir für unsere Pilottests das erforderliche Equipment nutzen konnten stellte uns Hitachi Data Systems ihr Storage-Lab in Feldkirchen bei München zur Verfügung. Die getesteten FC-Switches gehörten zur Ausstattung der Hitachi Data Systems-Labs. Für die Configuration der FC-Systeme sorgten Hitachi Data Systems-Techniker und -Ingenieure. Als Lastgenerator und Analysator haben wir den »Smartbit 6000B Traffic Generator/Analyser« von Spirent eingesetzt. Er war mit 24 Fibre-Channel-Ports, die jeweils wahlweise 1-GBit/s- oder 2-GBit/s-Datenströme erzeugen und analysieren konnten, bestückt. Das rund 300 000 Euro teure System war mit der Software »SmartFabric 1.20« ausgestattet.

Unser Test gliederte sich in zwei Bereiche. Als erstes haben wir einen einfachen Performance-Test durchgeführt. Der Lastgenerator wurde mit 16 Ports auf den jeweiligen zu testenden Switch geschaltet. Wir haben nacheinander jeweils Datenströme mit einer konstanten Framegröße

von 128 und von 2048 Byte gesendet, um zum einem die Leistungsfähigkeit der CPUs und zum anderem den Speicherdurchsatz zu testen. Mit dem Spirent-Analysator haben wir dann die Leistung der Switches analysiert und protokolliert.

Als zweites Test-Setup haben wir dann die Übertragung von Daten über Inter-Switch-Links (ISL) getestet. Dabei kamen jeweils zwei Switches des gleichen Typs zum Einsatz, um Probleme mit der Interoperabilität von vornherein auszuschließen. Hierbei haben wir gezielt die ISL über-

lastet, um zu sehen, wie die Switches die verschiedenen Datenströme unter Überlast

behandeln. Um keine Beeinflussung durch Konfigurationseinstellungen in den Switches oder durch Zoning zu erhalten, haben wir alle Switches mit Default-Einstellung und ohne Zoning getestet. Um gleiche Bedingungen zu schaffen haben wir immer auf 16 Ports gemessen. Standen mehr Ports zur Verfügung, haben wir die ersten 16 Ports genutzt.



Ausschreibung

Vergleichstest Fibre-Channel-Switches

Network Computing plant ihren großen Fibre-Channel-Switch-Vergleichstest für 2003. Getestet werden Fibre-Channel-Systeme auf ihre Nutzdaten-Performance sowie auf die Fairness ihres Verhaltens bei Überlast auf den Inter-Switch-Links. Alle Hersteller/Anbieter solcher Systeme, die sich der Herausforderung stellen möchten, melden sich bitte unter dglogau@fox-verlag.de.



Test-Spezifikation

Testzeitraum

18. bis 29.08.2003

Die Testgeräte sollten für den gesamten Testzeitraum zur Verfügung stehen.

TestszENARIO

Das Modellunternehmen HighFair möchte ein neues Storage-Area-Netzwerk aufbauen und alle Storage-Systeme am Unternehmenssitz in dieses Speichernetzwerk integrieren. Ein geeigneter Vergleichstest soll evaluieren, welche FC-Switches hierfür geeignet sind und wie das SAN in Anbetracht der zu erwartenden Datendurchsätze zu dimensionieren ist.

Folgende Dienste sollen in das SAN integriert werden

- ▶ Alle Plattensysteme der File- und Applikationsserver
- ▶ Backup- und Archivsysteme (inkl. Tape-Library)
- ▶ SAP-Anwendungsdaten
- ▶ Datenbanken
- ▶ Video-Streams für E-Learning
- ▶ Speichervirtualisierung und -management

Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an die Teststellungen

- ▶ 2 Fibre-Channel-Switches
- ▶ Mindestens 16 Fibre-Channel-Ports je Switch
- ▶ Mindestens 4 dieser Ports müssen sich als ISL nutzen lassen
- ▶ 1-Gbit/s- und/oder 2-Gbit/s-FC-Technologie

Testparameter und Verfahren

- ▶ Fully-Meshed-Test-Setup
- ▶ ISL-Test-Setup

Gemessen werden der maximal erreichbare Datendurchsatz sowie die Fairness (ISL-Test-Setup) mit verschiedenen Frame-Größen.

Testequipment

- ▶ Spirent Smartbits 6000B
- ▶ Ixia 1600



verwendet. Die theoretische Überlastung der ISL sollte bei 50 Prozent Last auf den Datenports liegen, da nur halb so viele ISL-Ports zu Verfügung standen. Bei einer Überlastung der ISL-Strecke treten keine Frameverluste auf, da auch hier wieder die Flusskontrolle einsetzt, jedoch ist es interessant zu wissen, wie die Last auf den einzelnen Ports verteilt wird. Hier stellt sich heraus, ob die Lastverteilung fair erfolgt

oder ob einige Ports konstruktionsbedingt bevorzugt werden. Des weiteren kann die Performance dieser Zusammenschaltung analysiert werden.

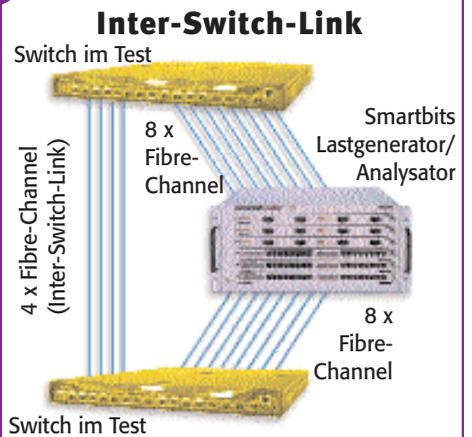
Die Silkorm-2800-Switches zeigten auch hier keine Schwächen. Die Brocade-Switches arbeiten fehlerfrei. Die Lastverteilung der einzelnen Ports haben die beiden Silkorm-2800 sehr fair gehandhabt. Bei Überlast, also ab 50 Prozent Load, verteilt sich der maximale Durchsatz der ISLs gleichmäßig über alle beschalteten Ports.

Die McData-ES-3032-Switches zeigten Probleme mit der fairen Behandlung der einzelnen Ports. In der Messreihe fiel auf, dass die ersten vier Ports den nächsten vier Ports bevorzugt wurden. Im Ergebnis sieht man, dass alle Ports zunächst miteinander harmonierten, bis es zum Überlastbereich der Switches kam. Von da an bildeten sich zwei Gruppen heraus. Die ersten vier Ports zeigten weiterhin eine inkrementelle Leistungssteigerung, wodurch die nächsten vier Ports auf den ISLs Bandbreite verloren. Von einem zu 100 Prozent fairen Verhalten kann ab hier nicht mehr gesprochen werden.

Fazit

Die Fibre-Channel-Switches im Testfeld des Pilot-Tests verhielten sich in Bezug auf Performance und Lastverteilung recht unterschiedlich. Die Brocade-Switches waren überzeugend. Sie haben die beste Performance im 1-Gbit/s- wie auch im 2-Gbit/s-Bereich gezeigt. Ein Wechsel von der 1-Gbit/s-Technologie zur 2-Gbit/s-Technologie bringt hier nicht nur eine nominelle, sondern auch eine effektive Verdoppelung des Datendurchsatzes. Auch eine faire Behandlung der Ports war bei den Brocade-Switches nachweisbar. Die inzwischen vom Markt genommenen ES-3032-Switches von McData zeigten insbesondere

Test-Setup



Probleme mit kleinen Frames. Den FC-9000 von Inrange konnten wir nur dem Performance-Test unterziehen. Dabei erreichte der Switch sowohl bei einer Framegröße von 128 Byte als auch bei 2048 Byte rund 80 Prozent des möglichen Datendurchsatzes. Dieser Wert ist zufriedenstellend.

1 Gbit/s ist nicht immer 1 Gbit/s, das hat auf jeden Fall unser erster Fibre-Channel-Vergleichstest gezeigt. Von daher können wir mit Spannung den bevorstehenden neuen Fibre-Channel-Vergleichstest erwarten. Er wird zeigen, ob es den Konkurrenten von Brocade gelungen ist, Boden gut zu machen und mit ihren Systemen die theoretisch möglichen Idealwerte zu erreichen. Unabhängig von den Leistungswerten der einzelnen Systeme sollte schon bei der Bedarfsanalyse darauf geachtet werden, ob man mehr kleine oder große Frames in der SAN-Kommunikation verwenden wird. Im besten Fall stehen 78 Prozent der Nennleistung für die Nutzdaten zur Verfügung, die restlichen werden für die 8-Bit/10-Bit-Kodierung und für den Steuerverkehr benötigt. Im Worst-Case – kleine Payload, Class-2 mit Acknowledge und optionalem Header – kann dieser Wert auf unter 20 Prozent absinken. Benötigt der Storage-Verantwortliche echte 1 Gbit/s Übertragungsbandbreite muss er auf alle Fälle zu einem Switch der 2-Gbit/s-Klasse greifen.

Dipl.-Ing. (FH) Kai Riedel,
Dipl.-Ing. (FH) Mathias Tonn, [dg]

Anzeige

Mit dem kostenlosen
News-Flash des Storage Forums
informieren wir sie monatlich über aktuelle
Themen aus der Storage-Welt. Abos unter
www.storage-forum-news.de