

## Ein „Cloud Starter-Kit“ oder was ist beim Einstieg in die Cloud zu beachten?

von Dipl.-Math. Cornelius Höchel-Winter

Cloud Computing ist zweifellos die wichtigste technologische Entwicklung unserer Zeit mit tiefgreifenden Auswirkungen für alle Unternehmen. Wesentliche Formen von Cloud Computing – insbesondere SaaS (Software as a Service) – zeigen alle Merkmale sowohl exponentieller als auch disruptiver Technologien. Oder anders formuliert: Niemand kann sich entziehen und in weiten Bereichen wird die IT, wie wir sie kennen, komplett umgekrempelt werden.

Über die Gründe hierfür, sowie über die Gefahren und Auswirkungen des Gangs in die Cloud wurden in diesem Medium



und auch auf unzähliger unserer Veranstaltungen schon oft geschrieben bzw. gesprochen. Das Ziel des vorliegenden Artikels ist es daher nicht, diese Diskussionen erneut aufzuwärmen, sondern Kriterien und Maßnahmen aufzuzeigen, die Unternehmen den Einstieg in die Welt des Cloud Computings erleichtern und einen allzu blauäugigen Umstieg auf Cloud-Anwendungen verhindern sollen – ein Einsteiger-Kit für die Cloud so zu sagen.

Beginnen wir ganz grundlegend: Was bedeutet Cloud Computing? Wie unterscheidet sich Software as a Service von klassischen Anwendungen?

weiter ab Seite 10

## Non Volatile Memory express over Fabric – Der Turbo für das SAN

von Dr. Stefan Muthmann

Auch in Zeiten von Hyper-Converged-Infrastructure, der zunehmenden Verbreitung von verteilten Dateisystemen und dem wachsenden Einsatz von Cloud Storage bleibt zentraler SAN-Speicher in vielen Unternehmen gesetzt. Insbesondere für „mission critical“ Applikationen mit hohen Performance- und Verfügbarkeitsanforderungen ist weiterhin blockbasierter Speicher die erste Wahl. Über lange

Zeit basierte die Speicherkommunikation im blockbasierten SAN, ebenso wie innerhalb von Servern, letztlich auf der Übertragung von SCSI-Befehlen. Die Einführung der NVM Express (NVMe) Schnittstelle hat hier einen deutlichen Leistungssprung ermöglicht, der nun auch auf das Speichernetzwerk übertragen wird. Man könnte sagen, NVMe over Fabric ist die erste Technologie seit Fibre Channel (vor mehr als 20

Jahren), welche von Grund auf für vernetzten Speicher entwickelt wurde.

Sowohl in Enterprise-Servern als auch Consumer-Produkten vollzieht sich bei der Anbindung von SSD-Festplatten aktuell der Wandel von traditionellen Schnittstellen wie SAS, Fibre Channel oder SATA hin zu NVMe.

weiter auf Seite 21

Geleit

## Die Rolle des Smartphones im Unternehmen der Zukunft

auf Seite 2

Standpunkt

## TCP im IoT – manchmal anders als gewohnt!

auf Seite 20

Aktueller Kongress

### UC-Forum 2018

ab Seite 4

Neues Seminar

### Cloud Security

auf Seite 19

Aktuelles Intensiv-Seminar

### Winterschule

#### Intensiv-Update auf den neuesten Stand der Netzwerktechnik

ab Seite 7

Geleit

## Die Rolle des Smartphones im Unternehmen der Zukunft

Das Smartphone und seine Nutzungsformen sollten neu überdacht werden. Die These hier zur Einleitung ist:

- Unternehmen sollten erwägen, das Smartphone zu einem Standard-Endgerät für jeden Mitarbeiter zu machen
- Das konkrete Gerät sollte strikt am Unternehmensbedarf orientiert werden und für die Nutzung der im Unternehmen eingesetzten Apps optimiert sein. Dies betrifft zum Beispiel die Nutzung des Smartphone als Kollaborations-Endpunkt, seinen Einsatz bei Multifaktor-Authentifizierung oder zur Nutzung von Gebäude-/Büro-bezogenen Apps für den Zugang, die Lichtsteuerung, die Heizungs- und Lüftungssteuerung etc.
- Die Nutzung des Smartphones sollte in ein generelles Mobility-Konzept mit einem starken Security-Anteil integriert sein, wenn dies nicht sowieso schon der Fall ist
- Damit stirbt BYOD für diese Geräteklasse, die Interessen des individuellen Nutzers und der Bedarf des Unternehmens entwickeln sich schlicht auseinander
- Wirtschaftlichkeit wird bei dieser Entwicklung ein entscheidender Faktor sein. Dies betrifft aber nicht nur die Kosten für den Kauf und den Betrieb. Hier steht eine ziemliche Spannweite von Preis und Leistung zur Auswahl. Es betrifft auch die mit der generellen Nutzung des Smartphones verbundenen Einsparpotenziale

Eine flächendeckende Ausrollung von Smartphones hat eine Reihe interessanter Konsequenzen:

- Es wird das zentrale Kommunikationsgerät und integriert alle genutzten Kommunikationsformen in einem Gerät
- Das Tischtelefon ist damit tot
- Die Frage der Headset-Nutzung für mobile Mitarbeiter kann neu durchdacht werden, hier ist ein erhebliches Sparpotenzial gegeben
- Prozess-Optimierungen lassen sich je nach Prozess und Umgebung leichter flächendeckend ausrollen

Was ist aber mit etablierten Gewohnheiten oder Technologien wie der Chef-/Se-



ekretärinnen-Funktion? Genauer betrachtet ist das ein Relikt aus der Vergangenheit, das deutlich bessere Lösungen effizienter Kommunikation blockiert. Wer dafür bezahlen will, dem sei es gegönnt. Aber auch Chefs sind Teil von Teams. Und Arbeitsabläufe in Teams lassen sich heutzutage viel dynamischer und effizienter steuern als mit einer historischen und veralteten Technik. Aber natürlich könnte man das ohne Probleme parallel zueinander nutzen.

Ein denkbare Beispiel für einen modernen Workflow: es gibt eine signifikante Störung im Unternehmen, die zu erheblichen Problemen führt. Um diese Störung zu bearbeiten wird in einem Kollaborationstool (WebEx Teams, Microsoft Teams, Unify Circuit ...) vollautomatisch ein neues Team gestartet. Mitglieder werden ebenfalls automatisch alle betroffenen Personen und die notwendigen Entscheider. Alle auflaufenden Information aus dem Internet of Things oder Industrie 4.0 oder wo immer auch her (System-Management) werden direkt diesem Team zugeordnet und hier als temporäres Dashboard angezeigt. Alle betroffenen Mitarbeiter und Führungskräfte haben alle notwendigen Informationen. Entscheidungen können direkt auf der Teamebene koordiniert werden. Nach Behebung der Störung wird das Team archiviert. Wir werden in Zukunft viele solcher neuen Workflows sehen. Sie betreffen auch stark den gesamten Call-Center-Bereich und eine effizientere Nutzung dieses Call-Centers mit kürzeren Reaktionszeiten und deutlich niedrigeren Kosten. Voraussetzung dafür sind eine verstärkte Vernetzung von Information und eine lückenlose Abdeckung von Mitarbeitern mit geeigneten Endgeräten.

Wir werden diese einleitende These sowohl auf den Technologietagen 2018 als auch auf dem UC-Forum diskutieren. Speziell auf dem UC-Forum wird dieser Part eine gewisse Bedeutung haben, da er direkt mit einer veränderten Meeting-Kultur und einer Neupositionierung von Video-Konferenztechnik im Zusammenhang steht.

Beginnen wir von vorne. Wie kommt diese einleitende These zustande?

Mitarbeiter werden immer mobiler. Und mit ihnen müssen IT-Infrastrukturen mobiler werden. Dies ist ein seit Jahren zunehmender Trend, der inzwischen eine signifikante Größe erreicht hat. Er kann u.a. an folgenden Entwicklungen nachvollzogen werden:

- New Work: das Design eines modernen Arbeitsumfeld mit unterschiedlichen Zonen für verschiedene Typen von Arbeit: von der Rückzugs- oder Privatzone über den Kreativbereich bis hin zu Team-Räumen. Was zuerst bei wenigen großen Unternehmen wie Bloomberg und Google begann und sich dabei auf den sogenannten Knowledge-Worker konzentrierte, ist inzwischen eine Massen-Bewegung, der mehr und mehr das Design von Büroflächen prägt.
- Team-Kollaboration über Unternehmensgrenzen hinaus: an jedem Ort, mit jedem Gerät und zu jeder Zeit. Die Ausrichtung am Team entscheidet. Hier liegen gleichzeitig unendliche Workflow-Potentiale vergraben. Die Ausrichtung am Team zusammen mit der automatischen Gestaltung von Abläufen wird in den nächsten Jahren völlig neue Lösungen schaffen.

Damit entsteht die Frage nach dem besten Endgerät für einen mobilen Mitarbeiter neu. Wir haben bereits seit Jahren einen Trend hin zum Laptop, ggf. in Form eines modularen Geräte-Designs mit externen Speicher-Elementen, Grafik-Karten und vielen denkbaren Ausprägungen je nach Bedarf.

Aber bei den aktuellen Fähigkeiten von neuen Smartphones im Tech-tober (fast alle großen Hersteller kündigen ihre neuen Geräte im Oktober an) entsteht wieder einmal die Frage, welche Rolle diesen immer stärker werdenden Geräten in Zukunft zukommt. Reicht ein Smartphone nicht generell aus? Bisher haben Smartphones noch die Schwäche, dass sie in

Ein „Cloud Starter-Kit“ oder was ist beim Einstieg in die Cloud zu beachten?

## Ein „Cloud Starter-Kit“ oder was ist beim Einstieg in die Cloud zu beachten?

Fortsetzung von Seite 1



Dipl.-Math. Cornelius Höchel-Winter ist Leiter des Technologie-Labors und des Bereichs Systemintegration bei der ComConsult Research GmbH. In dem Labor werden regelmäßig Messungen und Evaluierungen neuester Hard- und Softwareprodukte durchgeführt und ausgewertet. Herr Höchel-Winter besitzt langjährige Erfahrung in der Konzeptionierung, im Aufbau und Betrieb von RZ- und Campusnetzen und von Windows- und Linux-Umgebungen. So hat er als verantwortlicher Projektmanager die Rechenzentren und Netzwerke auf dem Gelände der EXPO2000 in Hannover aufgebaut und während der Weltausstellung betrieben. Für die ComConsult Akademie ist er außerdem seit 2001 als Autor, Trainer und Referent auf Seminaren und Kongressen schwerpunktmäßig in den Bereichen Data Center, Virtualisierung, Storage, Netzwerke und Cloud Computing tätig.

Es lohnt sich, sich hierzu eine klare Vorstellung zu eigen zu machen! Insbesondere bei innerbetrieblichen Diskussionen zu Themen wie „selbstbetriebenes Rechenzentrum“, „Private Cloud“ und „Ist in der Cloud nicht alles billiger?“ muss man sich als RZ-Verantwortlicher klar positionieren.

Zur Definition des Begriffs „Cloud Computing“ wird die Begriffsbestimmung des NIST (National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, Special Publication 800-145, siehe <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>) bzw. des BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, siehe [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/CloudComputing/Grundlagen/Grundlagen\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/CloudComputing/Grundlagen/Grundlagen_node.html)) mittlerweile allgemein anerkannt. In der Publikation des NIST werden dabei die fünf bekannten Merkmale des Cloud Computings genannt:

- On-demand Self Service
- Broad Network Access
- Resource Pooling
- Rapid Elasticity
- Measured Services

Zur Beurteilung eines SaaS-Angebots ist hieraus im Wesentlichen der Punkt „Broad Network Access“ wichtig. Broad Network Access bedeutet, „Die Services sind mit Standard-Mechanismen über das Netz

verfügbar und nicht an einen bestimmten Client gebunden.“ (aus dem oben genannten BSI-Dokument). Natürlich spielt hierbei die Natur der Anwendung eine wesentliche Rolle. Ein Client für eine Telefonanwendung sieht anders aus und bedient sich anderer Mechanismen (sprich Protokolle) als ein Client für eine Office-Anwendung, mit der man klassisch Dokumente über eine grafische Benutzeroberfläche bearbeitet.

Gemeinsam bleibt trotzdem die Forderung, dass der Zugriff von einer breiten Palette von Endgeräten aus möglich ist, und dass die Anwendung über „das Netz“ vom Service-Provider zentral zur Verfügung gestellt wird. Beides hat nämlich Konsequenzen auf die Anwendung, deren Architektur und deren Leistungsumfang!

Zunächst einmal muss man feststellen, dass Cloud Services streng standardisiert sind – es gibt hierfür das schöne Wort „Software von der Stange“, denn auch kundenspezifische Anpassungen sind meist nur in sehr beschränktem Umfang möglich. Das bedeutet, man erhält einen klar abgegrenzten Leistungsumfang. Wo spezielles Customizing bei selbst betriebenen Lösungen meist zwar teuer, aber umsetzbar ist, sind vergleichbare Anpassungen bei Cloud-Anwendungen schlicht nicht möglich. Hier gilt: Wenn’s passt, passt’s, wenn nicht, dann nicht.

Klar, das fällt bei einem Service, der eine Datenbank übers Web zur Verfügung stellt, weniger ins Gewicht als bei einer Telefonanlage aus der Cloud – das Prinzip bleibt aber. Und was ich oben mit „Leistungsumfang“ bezeichnet habe, ist nicht allein der Funktionsumfang der Lösung selbst, sondern beispielsweise auch der Support für die Lösung, Verfügbarkeitszusagen etc.!

Der zweite Aspekt, der sich aus „Broad Network Access“ ergibt, ist eine veränderte Software-Architektur der Lösungen. Cloud-Anwendungen sind nicht einfach herkömmliche Client-Server-Anwendungen, die jetzt auf einem entfernten Computer gehostet werden. Cloud-Anwendungen sind *andere* Anwendungen.

Das liegt natürlich zum einen an den veränderten Anforderungen, denen sich eine Cloud-Anwendung stellen muss: unzuverlässige Netzanbindung, Verbindungsabbrüche, wechselnde IP-Adressen, schwankende Verbindungsgüte und Bandbreite, etc. Zum andern bedeuten die „Standard-Mechanismen“ des BSI in den aller meisten Fällen, webbasierte Schnittstellen wie REST oder SOAP. Wenn der Client einer Cloud-Anwendung aber ein Browser ist bzw. im Browser dargestellt wird, muss der Großteil der Anwendungslogik auf der Serverseite in der Cloud liegen. Beachten Sie in dem Zu-

## Ein „Cloud Starter-Kit“ oder was ist beim Einstieg in die Cloud zu beachten?

sammenhang, dass die meisten „Apps“, insbesondere diejenigen, die unter Android oder iOS laufen, nichts anderes als abgespeckte Browser mit anwendungsspezifischer Oberfläche sind.

Und last but not least: Anwendungen, die aus der Cloud zur Verfügung gestellt werden, können nur auf Daten zugreifen, die ebenfalls über Standardprotokolle erreicht werden können. Kurz: Cloud-Anwendungen können nur auf Cloud-Daten zugreifen.

Alle diese Aspekte haben zur Folge, dass Cloud-Anwendungen eine andere Software-Architektur zugrunde liegt. Und das wiederum bedeutet, dass Cloud-Anwendungen andere Funktionen haben als vergleichbare Anwendungen, die lokal installiert werden. So gibt es bei den Office-Online-Anwendungen aus Office 365 keine „Speichern“-Funktion, da jede Änderung am Dokument direkt in die Cloud geschrieben wird. Ein Speichern beim Beenden ist überflüssig, das Cloud-Dokument wird zu jeder Zeit aktuell gehalten. Oder: Office-Dokumente in der Cloud können gleichzeitig von mehreren Personen bearbeitet werden. Das geht bei einem lokal gespeicherten Dokument nicht und auch nicht, wenn man via SMB oder einem ähnlichen Protokoll auf ein entferntes Dateisystem zugreift. Ganz einfach, weil weder das lokale noch das entfernte Dateisystem weiß, wie beispielsweise ein Word-Dokument aufgebaut ist und wie mit konkurrierenden Zugriffen umgegangen werden soll. In der Cloud geht das – mit gravierenden Folgen für das Thema Kollaboration mit Office-Anwendungen. Kollaboration wurde damit zu einem der größten Treiber für Cloud-Anwendungen.

Was sind jetzt also die Basisaufgaben beim Gang in die Cloud, bei der Entscheidung über eine Cloud-Anwendung und deren Einführung?

1. Sie brauchen eine klare Zielvorgabe.
2. Sie müssen über eine möglichst einheitliche Administration und Benutzerverwaltung entscheiden.
3. Sie müssen entscheiden, wo Ihre Daten liegen und wie darauf zugegriffen wird.
4. Es sind eine ganz Reihe von Sicherheits- und Compliance-Fragen zu klären:
  - a. Wer darf auf welche Daten zugreifen?
  - b. Welche Daten dürfen in die Cloud und welche gegebenenfalls nicht?
  - c. Welche Daten dürfen weitergegeben oder Dritten zugänglich gemacht werden?
  - d. Von wo aus darf auf welche Daten zugegriffen werden?
  - e. Müssen die Daten gegebenenfalls verschlüsselt werden?

5. Sie müssen klären, welche Auswirkungen die Einführung der Cloud-Anwendung auf Ihre Infrastruktur, insbesondere auf Ihr internes Netzwerk hat.

### Beginnen wir mit Punkt 1, einer Zielvorgabe

Sie sollten die Einführung einer Cloud-Anwendung keineswegs unterschätzen oder auf die leichte Schulter nehmen. Ja, eine Cloud-Anwendung ist schnell beschafft und allen Benutzern zur Verfügung gestellt, insbesondere wenn es eine browserbasierende Clientschnittstelle gibt. Ein Browser dürfte auf den meisten Endgeräten bereits installiert sein und die meisten Firewalls stellen auch keine unüberwindliche Hürde dar. Ok, ein moderner Browser sollte es schon sein. Mit dem Internet Explorer 6 kommen Sie in der neuen Welt nicht besonders weit und auch ein Safari hakt bei Cloud-Anwendungen doch vergleichsweise häufig.

Und auch finanziell machen einem die meisten Service-Anbieter mit kostenlosen Teststellung oder kostenloser Privatnutzung den Einstieg oft genug verflucht einfach.

Trotzdem dürfen Sie nicht vergessen, dass eine Anwendung einen Zweck hat, eine Aufgabe erfüllt. Selbst wenn eine Anwendung zunächst nur von wenigen Mitarbeitern produktiv genutzt wird, werden dadurch Geschäftsprozesse verändert. Und ehe Sie sich versehen, ist die Anwendung unverzichtbar, wird sie von weiteren Mitarbeitern in völlig anderem Kontext genutzt, und es fehlen in der IT Knowhow und Ressourcen, um die „nur mal nebenbei“ eingeführte Anwendung vernünftig zu betreuen.

Das heißt, Sie brauchen eine klare Vorstellung, wie die neue Anwendung genutzt und was mit ihr erreicht werden soll. Basierend hierauf kann dann eine Zielvorgabe und gegebenenfalls auch ein Kriterienkatalog entwickelt werden, der zur Auswahl vergleichbarer Anwendung herangezogen wird. Die Erstellung eines Kriterienkatalogs macht jedoch nur dann Sinn, wenn es gelingt, die Kriterien aus vorhandenen oder zukünftig gewünschten, konkreten Geschäftsprozessen produktneutral abzuleiten. Zum Beispiel: „Details und Termine zu neuen Produkten sollen allen Sales-Mitarbeitern zur Verfügung stehen.“ oder „Die Teilnahme an internen Telefonkonferenzen soll allen Mitarbeitern von ihrem Arbeitsplatz möglich sein.“ Wenn Sie beginnen, Leistungsmerkmale aus Produktprospekten abzuschreiben, lägen Sie sich in die eigene Tasche und konzentrieren sich auf toll klingende Alleinstellungsmerkmale einzelner Hersteller, die unterm Strich eine pro-

duktneutrale Auswahl zwischen Anwendungen verschiedener Hersteller eher verhindert.

Jenseits der konkreten Anwendungen, über die Sie diskutieren, gibt es jedoch einige Standardziele, die praktisch immer mit Cloud-Anwendungen verbunden sind:

- mehr Flexibilität
  - Nutzung unterschiedlicher Endgeräte
  - Zugriff auf stets aktuelle Daten von überall
- höhere Agilität
  - schneller und einfacher Zugriff auf Informationen
  - integrierte Nutzung mit vorhandenen Anwendungen
  - einfache Erweiterungsfähigkeit um weitere Anwendungen bzw. Anwendungsblöcke
- Kommunikation & Kollaboration
  - einfache und direkte Kommunikationsmöglichkeiten
  - auch mit Externen

Auch diese eher generellen Ziele des Cloud Computings sollten nicht ignoriert werden. Ich will hier nur drei Punkte hervorheben.

Erstens, eine „Nutzung unterschiedlicher Endgeräte“ führt zwangsläufig zu Fragen wie

- Welche Endgeräte sollen konkret unterstützt werden?
- In wessen Zuständigkeit bzw. Besitz befinden sich diese Endgeräte?
- Muss ein Mobile Device Management (MDM) eingeführt werden? (Und schon haben wir ein neues, sicherlich nicht triviales Projekt aus der Taufe gehoben.)

Zweitens, eine „integrierte Nutzung von Anwendungen“ ist dringend zu empfehlen und muss als eigener Punkt auf einer Kriterienliste bewertet werden. Die Nutzung isolierter, nicht integrierter Tools führt zur Verwirrung und Frustration Ihrer Anwender, insbesondere im Bereich Kommunikation und Kollaboration. So muss beispielsweise ein Kommunikationstool, falls es über eine Präsenzanzeige verfügt, dazu in der Lage sein, den eigenen Präsenzstatus mit dem des zentralen Kommunikationstool zu synchronisieren. Unterschiedliche Präsenzstatus je nach gerade verwendetem Tool sind nicht akzeptabel. Genauso sollten Funktionsfelder wie Terminplanung oder Aufgaben nur in begründeten Ausnahmefällen mehrfach nebeneinander in unterschiedlichen Tools existieren. Typische Fragen, die in diesem Zusammenhang beantwortet werden müssen, sind:

- Sind Sie bereit für eine weitgehend inte-

Non Volatile Memory express over Fabric – Der Turbo für das SAN

# Non Volatile Memory express over Fabric – Der Turbo für das SAN

Fortsetzung von Seite 1



Dr. rer. nat. Stefan Muthmann ist Verfasser zahlreicher Artikel im Bereich der Festkörperphysik, die in internationalen Fachzeitschriften nach einem peer-review Verfahren veröffentlicht wurden. Als Mitarbeiter bei der ComConsult Beratung und Planung GmbH sind seine Schwerpunkte als Berater die Konzeption und Vernetzung von Rechenzentren. Dabei liegt der Fokus unter anderem auf der Planung und Realisierung von Storage Konzepten und der Virtualisierung in Rechenzentrumsumgebungen.

Hintergrund dafür ist, dass die klassischen Schnittstellen letztlich für die Ansteuerung von drehenden Platten entwickelt wurden. Das Small Computer System Interface, genutzt im SAS und Fibre Channel, wurde bereits im Jahr 1986 vorgestellt. Anspruch von SCSI war und ist es, eine möglichst breite Palette von Peripheriegeräten steuern zu können. Dem entgegengesetzt wird von der PCIe Foundation der Standard NVMe entwickelt, um die vorhandene Leistungsfähigkeit von Festkörperspeichern optimal nutzen zu können.

Innerhalb eines Servers bzw. SAN-Speichers kann damit eine enorme Leistungssteigerung erreicht werden. Wie Abbildung 1 zeigt, führt die Anbindung von SSDs mittels NVMe zu einer deutlichen Reduzierung der Latenz.

Im Server können damit die vorhandenen Ressourcen bestmöglich ausgenutzt werden. Wird Speicherkapazität über ein Netzwerk zur Verfügung gestellt, muss dieses allerdings ebenfalls dazu in der Lage sein, die Vorteile von SSDs an den Server weiterzugeben.

Um NVMe over Fabric zu verstehen lohnt es sich, zunächst ein etwas detaillierteres Bild von NVMe zu zeichnen. Entwi-

ckelt wurde NVMe für die Datenübertragung auf dem leistungsfähigen PCIe-Bus. Ausgangspunkt war das von Intel im Jahr 2008 vorgestellte NVMHCI Protokoll welches, unter dem Vorsitz von Intel, schließlich durch den herstellerunabhängigen NVMe-Standard abgelöst wurde.

Die aktuell üblichen Form-Faktoren m.2 und u.2 erlauben eine Nutzung von bis zu 4 PCIe-Lanes für ein Endgerät. Für den PCIe 3.0 Standard sind also mit NVMe Netto-Übertragungsraten von annähernd 4 GB/s für eine SSD möglich. Mit der Adaption der, mittlerweile veröffentlichten, PCIe Version 4.0 wird sich diese Rate noch einmal verdoppeln. Selbst der 2017

publizierte SAS 4.0 Standard beschreibt eine maximale Bandbreite von lediglich knapp 3 GB/s.

Doch die limitierte Bandbreite ist nicht der einzige Nachteil der Technologien, welche auf SCSI basieren. Hinzu kommt nämlich noch, dass die Bandbreite nur bei seriellen Lesevorgängen erreicht wird. Insbesondere in einem virtualisierten Rechenzentrum kommt so etwas – mit der Ausnahme von Backups und Restores – aber nur sehr selten vor: Üblicherweise greifen die verschiedenen Virtuellen Maschinen (VMs) hochgradig zufällig auf Daten zu. Hier bietet NVMe den entscheidenden Vorteil einer Parallelisierung von

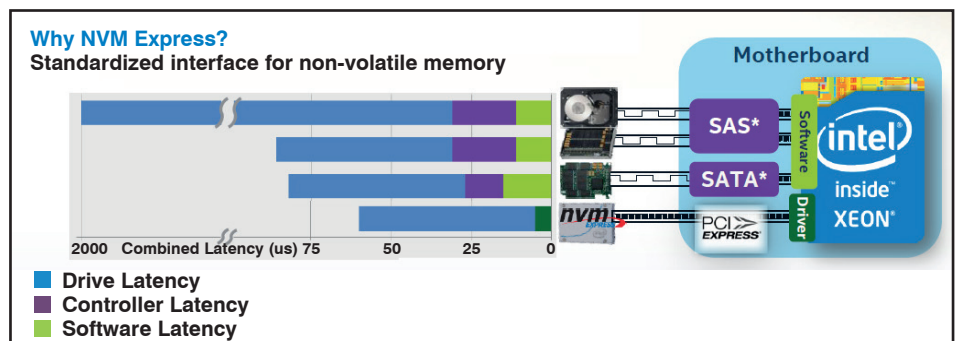


Abbildung 1: Kombinierte Festplatten-, Controller- und Software-Latenz bei der Nutzung von unterschiedlichen Schnittstellen. Quelle: communities.intel.com

Non Volatile Memory express over Fabric – Der Turbo für das SAN

Befehlen. Klassische drehende Platten können davon nicht profitieren – sie müssen den Lesekopf in die richtige Position bringen, um mit dem Auslesen beginnen zu können. Anders die Situation bei Festkörperspeichern: Hier sind der Parallelisierung durch die zu Grunde liegende Halbleitertechnologie nur wenige Grenzen gesetzt.

Hier setzt eben NVMe an. Wie der Name schon sagt, wurde NVMe für die Kommunikation mit nicht flüchtigem Arbeitsspeicher (Non Volatile Memory) entwickelt. Zum Zeitpunkt der Entstehung kamen die, auf NAND-Flash basierenden, SSD-Festplatten dem am nächsten. Mittlerweile drängen Technologien wie der von Intel und Micron entwickelte 3D Cross Point Speicher auf den Markt, welche das Potential haben, NAND-Flash in ihrer Performance noch zu übertrumpfen. Sofern sie über den PCIe-Bus mit der CPU kommunizieren – und nicht als DIMM noch näher an der Datenverarbeitung sitzen – nutzen auch diese Technologien NVMe. Aber das ist eine andere Geschichte.

Interessanter ist die Frage, welche Vorteile der Quantensprung an Leistungsfähigkeit, den NVMe ermöglicht, für den Nutzer von zentralisiertem SAN-Speicher hat. Unter Nutzung der „traditionellen“ blockbasierten Netzwerkprotokolle fällt die Antwort relativ ernüchternd aus: Unabhängig davon, ob eine Fibre Channel Infrastruktur, Ethernet oder gar Infiniband im SAN zum Einsatz kommen, werden letztlich SCSI-Befehle übertragen. In Abbildung 2 sei als Beispiel für diese Technologie der Protokollstapel im klassischen Fibre Channel Protokoll dargestellt.

Klassischerweise werden SCSI-Befehle transportiert um entfernte Speichersysteme zu steuern. Die Möglichkeit zur parallelen Verarbeitung von Speicherbefehlen

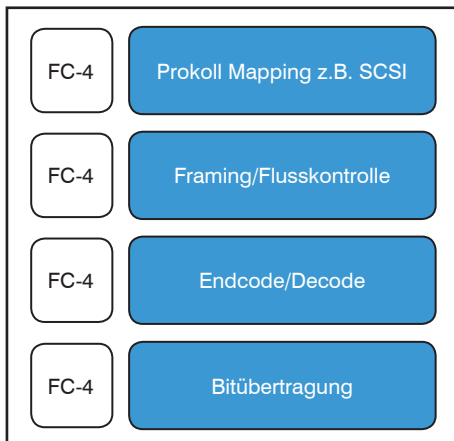


Abbildung 2: Protokollstapel im Fibre Channel Protocol

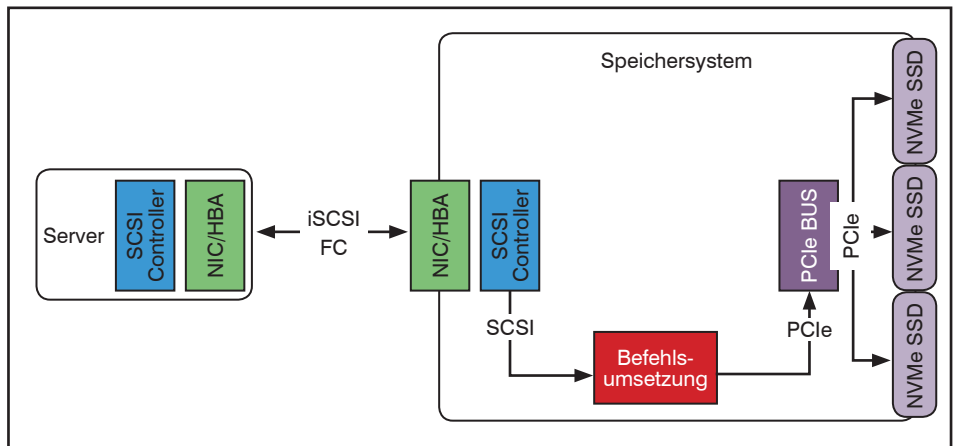


Abbildung 3: SAN-Kommunikation mit einem NVMe-Speichersystem unter Nutzung von SCSI-Befehlen

bleibt damit ungenutzt. Außerdem sind mittlerweile High-End-Speichersysteme verfügbar, die ausschließlich NVMe-SSDs nutzen. Wie in Abbildung 3 dargestellt, bedingt die Nutzung von SCSI-Befehlen eine – latenzbehaftete – Protokollumsetzung innerhalb des Zielspeichersystems.

Um eine Nutzung von zentral verfügbarem NVMe-Speicher ohne Performance-Einbußen zu ermöglichen, wurde daher NVMe over Fabric (NVMe oF) entwickelt. Bereits im NVMe Standard der aktuellsten Version wird auf diese Technologie und ihre Unabhängigkeit vom Trägerprotokoll hingewiesen:

“The NVMe™ over Fabrics specification defines a protocol interface and related extensions to the NVMe interface that enable operation over other interconnects (e.g., Ethernet, InfiniBand™, Fibre Channel).”

Im Folgenden werde ich die zu Grunde liegenden Technologien genauer beleuchten, Umsetzungsvarianten beschreiben und mögliche Einsatzszenarien darstellen.

2. Die wichtigsten Unterschiede zwischen SCSI und NVMe

Vergleicht man in Abbildung 4 den SCSI-Protokollstapel (links im Bild) mit NVMe, kann man erkennen, dass NVMe auf einen „Treiberstapel“, wie er bei SCSI vorgesehen ist, verzichtet.

Im SCSI-Treiberstapel werden drei Schichten unterschieden:

- Der **Upper Layer** wird genutzt, um Filesysteme auf unterschiedlichen Geräteklassen einzurichten. Auch hier kann man erkennen, dass SCSI für ein sehr breites Anwendungsfeld entwickelt wurde: Es existieren fünf Hauptmodule (Disk, cdrom/dvd, tape, media changer und generic SCSI devices).

- Der **Middle Layer** dient zur Trennung der oberen und unteren Schicht. Hier werden Treiber aus dem „Lower Layer“ registriert und Befehle zwischen Upper und Lower Layer transportiert. Außerdem findet in dieser Schicht das „Error Handling“ statt. Vergleichbar mit TCP im Netzwerkstapel werden hier z.B. Retries initiiert, falls die Antworten aus dem Lower Layer nicht innerhalb des konfigurierten Timeouts eintreffen
- Im **Lower Layer** schließlich laufen die Hardware-Treiber von Geräten wie RAID-Controllern, SAS-Festplatten oder HBAs.

Im Gegensatz dazu verzichtet NVMe auf einen Protokollstapel. Wie in Abbildung 4 dargestellt, wird der NVMe-Treiber direkter angesprochen. Diese „Verschlankung“ ist möglich, da im Prinzip nur eine Geräteklasse mit einem schmalen Spektrum an Eigenschaften unterstützt werden muss: Nicht flüchtiger Arbeitsspeicher. Laut Messungen von Intel[4] ist durch dieses Modell eine Verringerung der Latenz um mehr als 50 % möglich.

Eine Gemeinsamkeit zwischen SCSI und NVMe bleibt allerdings erhalten: Die Identifizierung

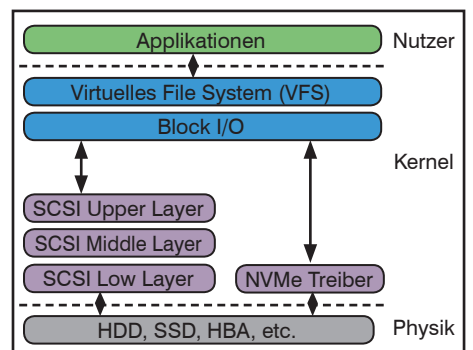


Abbildung 4: Vergleich des NVMe und SCSI im I/O-Stapel eines Linux Betriebssystems

# Anmeldung

## ComConsult Research Informationsservice

Verpassen Sie keine wichtigen Informationen mehr und tragen Sie sich in unserem ComConsult Research Informationsservice ein.

Unser Informationsservice informiert Sie regelmäßig per E-Mail und per Post über aktuelle Entwicklungen in der IT-Branche und über unsere Veranstaltungen und Neuerscheinungen. Der Service umfasst unser monatliches Magazin „Der Netzwerk Insider“, sowie regelmäßige E-Mails über unser aktuelles Produktangebot. Darüber hinaus senden wir Ihnen im Bedarfsfall unsere Technologie-Standpunkte und Technologie-Warnungen zu aktuellen Entwicklungen zu.

Anrede

Name

Firma

E-Mail-Adresse

oder online unter

<https://www.comconsult-research.de/insider/>