



Technology Guide IBM FlashSystem

Flash-Speicher: Mehr Kapazität, Agilität, Effizienz
und Sicherheit für jedes Rechenzentrum

Inhalt

1

Einführung

3

2

Flash Storage: Technologie, Vorteile, Anwendungen, Marktentwicklung

4

1. Rückblende: Die Entwicklung der Speichertechnologie

4

2. So funktioniert Flash Storage

5

3. Warum Flash die beste Wahl für die IT-Infrastruktur ist

6

4. Flash als Performance-Booster und Cybersecurity-Tool

7

5. Wirksame Absicherung gegen Ausfälle

8

6. 3D Flash-Chips: die nächste Entwicklungsstufe

8

7. Flash ist nicht gleich Flash!

9

8. Die aktuelle Marktentwicklung

10

3

IBM FlashSystem: Die leistungsfähigsten und sichersten Speicherlösungen

11

1. IBM FlashCore-Module: einzigartig in Leistung und Verfügbarkeit

13

2. NVMe Storage Class Memory (SCM): kräftiger Leistungsschub

17

3. Cyberresilienz im Fokus: IBM Safeguarded Copy und Storage Defender

17

4. FCM4-Bausteine mit Ransomware Threat Detection

18

5. Weitere innovative Technologien

21

6. IBM FlashSystem 5015: der Einstieg in die All-Flash- und Hybrid-Flash-Welt

22

7. IBM FlashSystem 5300: das kleinste NVMe All-Flash Array im 1U-Gehäuse

23

8. IBM FlashSystem 7300: NVMe-Storage der Midrange-Klasse

24

9. IBM FlashSystem 9500: Performance und Security auf höchstem Niveau

26

10. Kapazität, Leistung und Wartungsoptionen

27

11. Hybride Konfigurationen mit Erweiterungseinheiten

27

4

Fünf Handlungsempfehlungen für Unternehmen

28

Einführung

Daten sind die Haupttreiber der digitalen Transformation. Ob ERP-Anwendungen, Kundeninteraktion oder KI-basierte Automatisierungslösungen: Datengetriebene Geschäftsprozesse gewinnen immer stärker an Bedeutung. Dabei kommt auch dem Datenschutz ein sehr hoher Stellenwert zu.

Um den rasant wachsenden Datenmengen zu begegnen, benötigen Unternehmen leistungsstarke und flexible Storage-Konzepte. Das kostengünstige „Wegspeichern von kalten Daten“ genügt nicht mehr. Daten sind eine „heiße Ware“, die für rechenintensive Analysen und digitale Prozessketten schnell und unkompliziert verfügbar sein müssen. Mit der Vernetzung entstehen aber auch immer mehr Angriffsflächen für Ransomware und andere Cyberangriffe. Moderne Storage-Lösungen müssen dieser Bedrohungslage Rechnung tragen.

Gefragt sind Speichersysteme mit hoher Performance, großer Kapazität und attraktivem Preis-Leistungsverhältnis, die auch einen sicheren Schutz vor Cyberangriffen durch Ransomware und andere Schadprogramme bieten können. Diese Anforderung erfüllt Flash Storage in hervorragender Weise.

Mit Flash-Speicher lassen sich nicht nur enorme Datenmengen beherrschen. Die Technologie ist auch ein wichtiger Bestandteil einer agilen und flexiblen IT-Infrastruktur. Zudem sind Flash-Systeme in der Lage, nach einer Attacke schnelle Recovery-Möglichkeiten zur Verfügung zu stellen.

Darüber hinaus bieten die Flash-Systeme von IBM zahlreiche Alleinstellungsmerkmale und eine hervorragende Plattform, mit der die Speicherinfrastruktur vereinfacht und die Kostenbilanz verbessert werden kann. Dazu kommt die Möglichkeit, Cyberangriffe erfolgreich abwehren und nach einem Angriff schnell wieder produktiv arbeiten zu können. Mit seinem umfangreichen Flash-Portfolio bietet IBM ein herausragendes Preis-Leistungsverhältnis und tritt als starker Marktplayer auf.

In diesem Sales Guide stellen wir Ihnen die aktuelle IBM FlashSystem-Reihe mit allen Features vor. Darüber hinaus erhalten Sie wertvolle Hintergrundinformationen zur Flash-Technologie und deren Bedeutung für moderne Rechenzentren. Schließlich zeigen wir Ihnen attraktive Anwendungsszenarien und geben Einblicke in das derzeitige Marktwachstum.

Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen

Ihr MCS Sales Team

Flash Storage: Technologie, Vorteile, Anwendungen, Marktentwicklung



1. Rückblende: Die Entwicklung der Speichertechnologie

Speichersysteme stehen stets im Spannungsfeld zwischen Leistung, Kapazität und Kosten. Dynamischer RAM (DRAM) bietet die höchste Leistung, jedoch nur begrenzte Kapazitäten und sehr hohe Kosten pro Terabyte. Am anderen Ende des Spektrums befindet sich die Bandtechnologie, die zwar eine geringe Zufallsleistung aufweist, aber eine gute sequentielle Leistung und hohe Kapazitäten bei niedrigen Kosten bietet. Zwischen diesen Extremen liegen Flash-SSDs und Festplatten (HDDs).

In vielen Fällen wird aber eine höhere Leistung benötigt als sie klassische Flash-SSDs liefern können. Besonders im dynamischen Unternehmensumfeld profitieren immer mehr Workloads von geringen Latenzzeiten und einer möglichst hohen Zahl an IOPS. Für diese Einsatzszenarien haben führende Anbieter wie IBM NVMe-Flash-Speicher entwickelt.

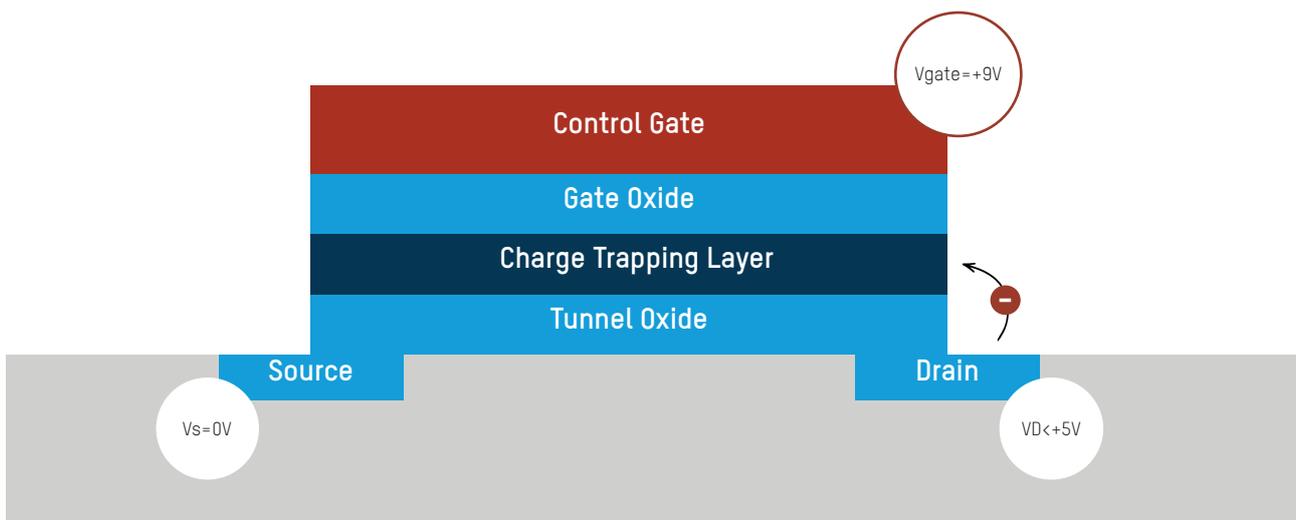
2. So funktioniert Flash Storage

Flash-Speicherlösungen basieren auf der Halbleitertechnologie. Im Gegensatz zu Festplatten besitzen sie keine mechanischen Komponenten, sondern ausschließlich elektrotechnische Bauelemente. Diese sind in der Lage, Daten langfristig und stromunabhängig zu speichern.

Das Herz jedes Flash-Chips ist die Speicherzelle. Auf dieser sind die Informationen in Form von Bits gespeichert. Hierfür sind elektronische Ladungen erforderlich, die auf einer Elektrode aufgebracht werden, dem

sogenannten Charge Trap Layer. Dies geschieht durch eine hohe positive Spannung. Mittels einer Oxidschicht ist die Ladung geschützt und kann dauerhaft auf dem Speicher verbleiben. Beim Löschvorgang sorgt eine hohe negative Spannung dafür, dass die Elektronen aus dem Charge Trap Layer „herausgepresst“ werden. Dieser Vorgang erinnerte die Entwickler an ein Blitzlicht (englisch: Flash), was der Technologie den Namen verlieh.

Tech-Box: Informationen zu Flash-Speicherzellen



Quelle: Wikipedia, Jim Handy

Die schematische Abbildung zeigt, wie die elektrische Ladung im Charge Trap Layer gespeichert wird. Diese liegt in einer Oxydschicht unterhalb des Control-Gates und verhindert normalerweise den Ladungsabfluss zu den N- und P-Schichten (N = stark negativ dotierte Elektroden-Drain und Source, P = stark positiv dotiertes Substrat). Die Ladung auf dem Charge Trap Layer bildet über ihr elektrisches Feld einen leitenden Kanal zwischen Drain und Source. Die Löschung erfolgt blockweise. Durch Anlegen einer negativen Löschspannung werden die Ladungsträger aus dem Layer herausgetrieben. Die entsprechenden Flash-Module bieten gegenüber der Floating Gate-Technologie eine höhere Ausdauer sowie Skalierbarkeit und sind weniger anfällig für Schäden oder Lecks. Außerdem verbrauchen Charge Trap-Zellen weniger Energie.

3. Warum Flash die beste Wahl für die IT-Infrastruktur ist

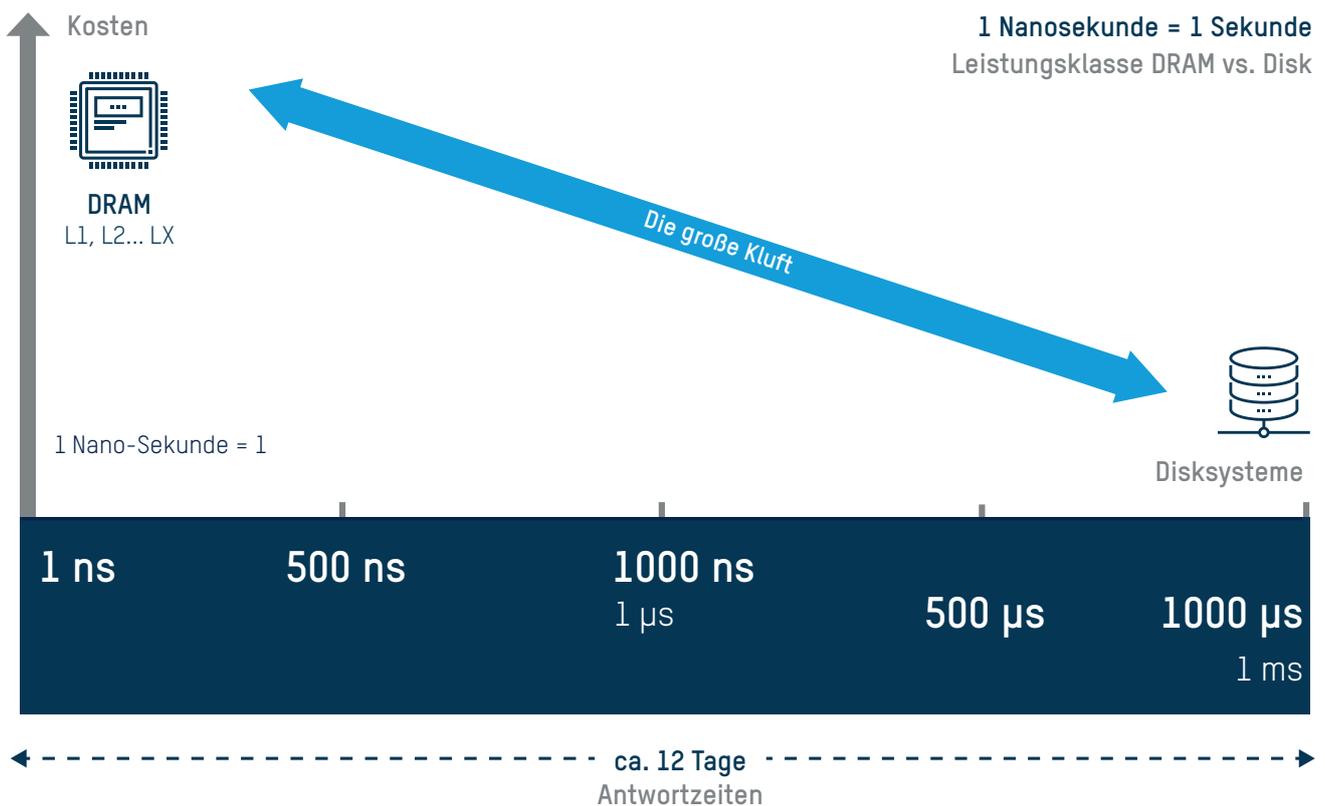
Flash ist die beste Speichertechnologie, um die Taktzeiten der IT-Systeme zu verkürzen, die Anwendungen zu beschleunigen und die Datensicherheit zu verbessern.

Als Hemmschuh bei der Rechner-Performance erweist sich in vielen Fällen die große Kluft zwischen dem Antwortzeitverhalten des Halbleiterspeichers (DRAM) und demjenigen des Platten-Subsystems. Letzteres ist deutlich langsamer (siehe Kasten). Mit jeder Kapazi-

tätssteigerung der Platten verlängert sich das Zeitintervall, denn die Drehgeschwindigkeiten haben sich in den vergangenen 20 Jahren nicht verbessert.

Die Caching-Algorithmen der Plattensubsysteme können diese Entwicklung schon lange nicht mehr kompensieren. Flash-Storage löst diese Problematik mit einer sehr hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit. Dadurch lassen sich Latenzzeiten im Mikrosekundenbereich realisieren.

Leistungsklasse DRAM vs. Disk



Tech-Box: Nanosekunden, Mikrosekunden und Millisekunden

DRAM-Halbleiterspeicher arbeiten heute auf Chip-Level mit Antwortzeiten von wenigen Nanosekunden. Schnelle Plattensysteme weisen Antwortzeiten von wenigen Millisekunden auf. Gute und effiziente Flash-Speicher bewegen sich im Mikrosekunden-Bereich zwischen Nanosekunden und Millisekunden. Dies alles ist schwer vorstellbar. Zur Veranschaulichung ein Gedankenexperiment: Angenommen, der DRAM würde im Sekundentakt arbeiten, dann wäre 1 Nanosekunde = 1 Sekunde. Fordert der DRAM unter diesen Bedingungen eine Information vom Plattensubsystem an, müsste er 12 Tage auf eine Antwort warten. Beim Flash-Einsatz reduziert sich die Reaktionszeit auf wenige Stunden. Werden Flash-Speicher mit Storage Class Memory (SCM)-Modulen kombiniert, muss der DRAM sogar nur ein paar Minuten warten, bis er weiterarbeiten kann.

Flash im Fokus: Weitere wichtige Vorteile

- **Stromunabhängigkeit:** Flash-Speicher hält Daten auch dann längerfristig vor, wenn das System oder Medium nicht mit Strom versorgt wird.
- **Stromverbrauch:** Als Halbleiterspeicher konzipiert, benötigen Flash-Speicher weniger Strom und entwickeln weniger Wärme.
- **Robustheit:** Im Vergleich zu Festplatten sind Flash-Module gegenüber Erschütterungen erheblich unempfindlicher, weil sie keine beweglichen Teile besitzen.
- **Speichervolumen:** Die platzsparende Anordnung der Speicherzellen ermöglicht hohe Kapazitäten auf kleiner Fläche.

4. Flash als Performance-Booster und Cybersecurity-Tool

Die Einsatzgebiete von Flash-Storage sind umfangreich und vielschichtig. Von der Applikationsbeschleunigung profitieren sämtliche Datenbanken. Generell gilt: Je kürzer die Antwortzeit, umso schneller wird eine Datenbank.

So werden beispielsweise bei Oracle-Datenbanken zu mehr als 90 Prozent kleine Leseblöcke angefordert, die Flash extrem schnell bedienen kann. Die leistungsfähigen IBM Flash-Systeme lassen sich mit dem Oracle Automated Storage Manager (ASM) spiegeln und im Preferred Read Mirror Mode betreiben. Daraus entstehen in vielen Fällen Antwortzeitverbesserungen um den Faktor 10 und höhere CPU-Auslastungen um den Faktor 5. Das Gleiche gilt für die IBM Datenbank DB2.

Flash kann zudem sehr gut als Storage-Lösung für SAP HANA eingesetzt werden. Dabei fungiert Flash als Memory-Erweiterung des Rechners. Der Anwender erhält eine hohe Performance und spart gegenüber klassischen Storage-Infrastrukturen erhebliche Kosten.

Ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet sind virtuelle Server- und VDI-Umgebungen: Viele virtuelle Server können ein Plattensubsystem an die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit bringen. Das Resultat sind lange Antwortzeiten, die sich mit Flash-Speicher erheblich verringern lassen.

Darüber hinaus wirkt Flash als Performance-Booster für datenintensive Applikationen. Dazu gehören Online Analytic Processing (OLAP)-Umgebungen wie Business Intelligence, ERP und die Batch-Verarbeitung, aber auch Cloud-Infrastrukturen und Anforderungen wie On-demand, Content Distribution, WEB-Caching, General Parallel File System (GPFS) oder Active File Management.

Auch im Umfeld von Anwendungen mit künstlicher Intelligenz spielt Flash eine maßgebliche Rolle, etwa bei Machine Learning-Projekten. Für die Datenaufbereitung ist ein sehr hoher Lese- und Schreibdurchsatz von elementarer Bedeutung. Ähnliches gilt für das Training neuronaler Netze. Diese Anforderungen können nur schnelle Flash-Systeme bewältigen.

Im Backup-Bereich löst Flash zunehmend Plattenpuffer ab. Bandlaufwerke sind heute so schnell, dass sie von den Platteninformationen die drei- bis vierfache Datenmenge verarbeiten können. In Deutschland gibt es einige Rechenzentren, die Backups mit IBM Storage Protect auf IBM Flash-Systemen zwischenspeichern, um danach die Daten in Hochgeschwindigkeit auf die Bänder zu streamen. Das Ergebnis sind Einsparungen bei den installierten Bandlaufwerken, die häufig mehr als 50 Prozent erreichen.

Unternehmen stehen derzeit aber nicht nur vor der Herausforderung, schneller und effizienter zu sein als der Wettbewerb. Sie müssen sich auch mit der Bedrohung ihrer digitalen Prozesse durch Cyberkriminelle auseinandersetzen. Laut dem [IBM X-Force Threat Intelligence Index 2024](#) war Malware mit 43 Prozent aller gemeldeten Sicherheitsvorfälle die häufigste Bedrohung im Jahr 2023, gefolgt von Ransomware mit 20 Prozent. Zudem gefährden Naturkatastrophen und menschliche

Fehler die IT-Systeme. All diese Szenarien können hohe finanzielle Verluste verursachen und das Vertrauen der Kunden beeinträchtigen, wenn sensible Daten kompromittiert werden. Der entscheidende Schritt, um im Ernstfall den Geschäftsbetrieb aufrechterhalten zu können, ist die schnelle Erkennung von Veränderungen in der Datenstruktur. Storage-Konzepte mit künstlicher Intelligenz und Ransomware-Schutz markieren derzeit die Spitze der technologischen Entwicklung. So setzt IBM bei seinen neuen FlashCore-Speichermodulen auf eine Computational Storage-Architektur mit KI-Sensorik, die Malware nahezu in Echtzeit erkennt.

5. Wirksame Absicherung gegen Ausfälle

Der größte Vorbehalt gegen die Flash-Technologie betrifft die Lebensdauer: Aufgrund ihres Aufbaus sind die Speichermodule nicht unbegrenzt haltbar.

Die Hersteller geben deshalb eine Art Mindesthaltbarkeit an. Diese basiert auf der Anzahl der durchgeführten Löschkzyklen. Dabei wird immer ein großzügiger Sicherheitspuffer einkalkuliert, der häufig übertroffen wird. Abhängig von der Größe des Puffers sind viele Flash-Speicher selbst nach einer Million und mehr Löschkzyklen noch funktionsfähig.

Von Anfang an sichergestellt wird die gleichmäßige Verteilung der Schreibzugriffe auf die Blöcke. Ein spezielles Defekt-Management erhöht die Lebensdauer zusätzlich. Sobald der Verschleiß innerhalb eines Blocks die Integrität der Daten beeinträchtigt, wird dieser als defekt gekennzeichnet. Die in diesem Bereich abgelegten Daten werden auf einen Reserveblock transferiert. Detect-Management-Tools lassen sich mit anderen Sicherheitstechniken wie RAID und Distributed RAID kombinieren. Auf diese Weise wird dafür gesorgt, dass die Arbeit ausgefallener Zellen ohne Datenverluste durch andere übernommen werden kann.

6. 3D Flash: die nächste Entwicklungsstufe

Wichtig für die Weiterentwicklung der Speichertechnologie sind 3D Flash-Chips. Die Speicherzellen werden in Schichten übereinander gepackt.

Auf einer Ebene werden nicht mehr möglichst viele und kleine Zellen abgebildet, sondern wenige große, gut auslesbare Zellen – dafür aber möglichst viele Layer pro Chip. In den IBM FlashCore-Modulen der vierten Generation werden Quadruple Level Cells (QLC) mit 176 Layern verwendet. Das vertikale Stapeln der Zellen bietet mehrere Vorteile: beispielsweise ein besseres Verhältnis zwischen der Speicherkapazität und dem Volumen auf kleinerem physischem Raum. Dank der verkürzten Verbindungen zwischen den Zellen steigt die elektrische Leistung, während der Stromverbrauch sinkt. Außerdem sind die QLC-Speicherzellen von IBM extrem langlebig: Ausfälle sind bisher nicht bekannt.

Die 3D Flash-Technologie wird permanent weiterentwickelt. Ihr Potenzial ist gewaltig.

7. Flash ist nicht gleich Flash!

Vor dem Kauf eines Flash-Systems sollte man prüfen, welche Technologie verbaut ist. Bei den eingesetzten Modulen gibt es gewaltige Unterschiede.

So bieten Flash-Chips, die auf einer 3D-Architektur mit Charge Trap-Zellen basieren (siehe Tech-Box, Kapitel 2), gegenüber der älteren Generation wie MLC (Multi Level Cell) Vorteile in puncto Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit. Ein weiteres wichtiges Qualitätsmerkmal ist der Stromverbrauch. Ein hoher Energiebedarf führt zu einer geringeren Lebensdauer, weil dann der Charge Trap Layer häufiger entladen werden muss. Entscheidend für die Performance jedes Flash-Systems ist das Antwortzeitverhalten bei hohen Input-/Output-Lasten.

Hier gibt es im Markt gewaltige Unterschiede. Viele Anbieter verbauen sogenannte SSDs (Solid State Drives). Geräte mit diesen Speichern müssten eigentlich All-SSD Arrays heißen, werden aber häufig als All-Flash Arrays beworben. Dies ist unzutreffend, fachlich falsch – und kann in der Praxis zu unliebsamen Überraschungen führen. Auf den ersten Blick preisgünstige Angebote bieten oft nur ein eingeschränktes Leistungsniveau. So sind SSD-Systeme beim Antwortzeitverhalten erheblich langsamer als All-Flash Arrays. Deshalb sollte man sich beim Kauf genau erkundigen, ob im ausgewählten All-Flash Array tatsächlich Flash-Speicher verbaut sind – und keine SSDs.

8. Die aktuelle Marktentwicklung

Die Nachfrage nach NVMe-Flash-Speicher wird in den nächsten Jahren massiv steigen: 2031 soll das weltweite Marktvolumen laut einer Prognose von Transparency Market Research 412 Milliarden US-Dollar erreichen *. Die jährliche Wachstumsrate bis 2031 wird demnach 25,8 Prozent betragen. Die Marktforscher rechnen damit, dass NVMe zur dominierenden Speicherlösung für viele Anwendungsbereiche wird. Parallel dazu steigt die Leistungsfähigkeit und Effizienz der Speichertechnik weiter. Die anhaltend hohe Nachfrage nach schnellen Speicherlösungen wird die Verkäufe in sämtlichen Industrieländern vorantreiben.



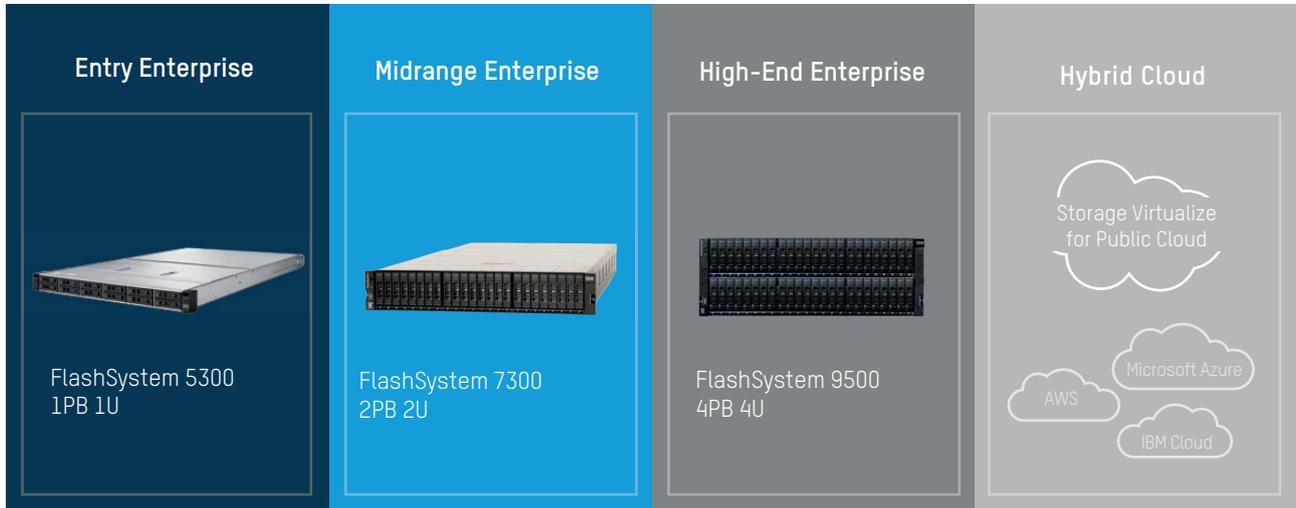
* Quelle: Transparency Market Research
<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2023/07/27/2711975/32656/en/Non-Volatile-Memory-Express-NVMe-Market-Projected-to-Reach-US-412-1-Billion-by-the-End-of-2031-Amid-Increasing-Demand-for-High-Speed-Telecommunication-Networks-TMR-Report.html>

IBM FlashSystem: Die leistungsfähigsten und sichersten Speicherlösungen



Mit der FlashSystem-Reihe bietet IBM ein Storage-Portfolio, das auf dem Markt einzigartig ist. Die Palette reicht von preiswerten Entry-Modellen über die Midrange-Klasse bis zum High-End Array. Im Mittelpunkt stehen die Themen Performance, Skalierbarkeit, Funktionalität, Verfügbarkeit und Sicherheit. Zudem bietet IBM eine Plattform, mit der sich die Speicherkomplexität massiv verringern lässt.

1. IBM FlashCore-Module: einzigartig in Leistung und Verfügbarkeit



Die FlashCore-Technologie vereint hohe Performance und kurze Antwortzeiten mit hoher Zuverlässigkeit, Cybersicherheit und Kosteneffizienz.

Seit Auslieferung der FlashCore-Module (Generation 1, Generation 2, Generation 3 und ab 2024 Generation 4) konnten keine Abnutzungs- oder Alterungserscheinungen festgestellt werden. Hinter diesen Bausteinen steht eine spezielle Architektur. Damit werden Lasten von mehreren 100.000 I/Os bei Antwortzeiten von zirka 100 µ-Sekunden oder noch weniger möglich. Die FlashCore-Module der zweiten, dritten und vierten Generation bieten mit 38.4 Terabyte unkomprimiert eine doppelt so hohe Kapazität wie die erste Generation. Komprimiert ergibt dies für die größten Module bei der Generation 2 eine Kapazität von bis zu 88 TB und bei den Generationen 3 und 4 von bis zu 115 TB im kompakten 2.5 Zoll-Format. Solche Kapazitäten, die bis zu viermal liegen als bei klassischen Flash-SSDs, bietet kein anderes 2.5 Zoll-Device. Zudem bot bereits die 2. Generation der FlashCore-Module Antwortzeiten von 70 µs oder weniger.

Die weiteren wichtigen Eckdaten der neuen Speicherchips: FCM4-Laufwerke sind selbstverschlüsselnd und für die FIPS 140-3 Level 2-Zertifizierung ausgelegt, also für den strengen Sicherheitsstandard der US-Regierung. Die Flash-Technologie basiert auf der SLC/

QLC-Technik, PCIe Gen 4 sowie ARM-Prozessoren. Die integrierte HW-Kompression erfolgt inline mit dem Faktor 3:1.

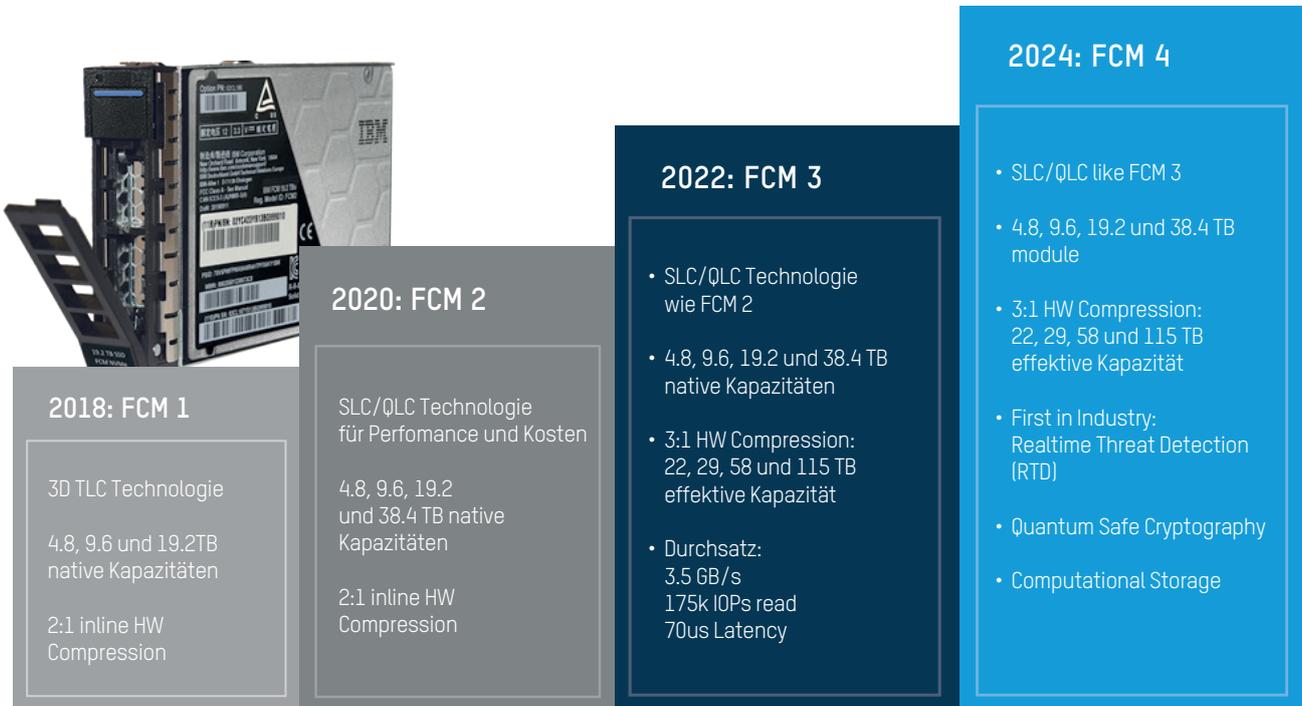
Zusätzlich zu den genannten Features bieten die FCM4-Bausteine eine Ransomware Threat Detection (RTD): Jeder I/O wird von den ARM Prozessoren anhand von 40 Kriterien auf Anomalien untersucht. Dadurch müssen im Ernstfall weniger Daten wiederhergestellt werden. Und quantensichere Security-Protokolle werden ebenfalls unterstützt, was die Zukunftssicherheit der FCM4-Module unterstreicht.

Zudem können diese mit der dritten Generation in einem Array betrieben werden, wobei sich jedes FCM4-Drive wie eines mit FCM3-Bausteinen verhält. Die höheren Kompressionsraten werden durch Optimierungen von Hardware, Adressraum und Algorithmen realisiert. Der Einsatz von PCIe G4 ermöglicht im Vergleich zu Modulen der zweiten Generation Leistungsverbesserungen von bis zu 70 Prozent.

Mit den FlashCore-Modulen der vierten Generation sind IBM Flash-Systeme in der Lage, in einer 4U-Einheit bis zu 4.5 PB an Daten bereitzustellen.

IBM FlashCore Modules 4

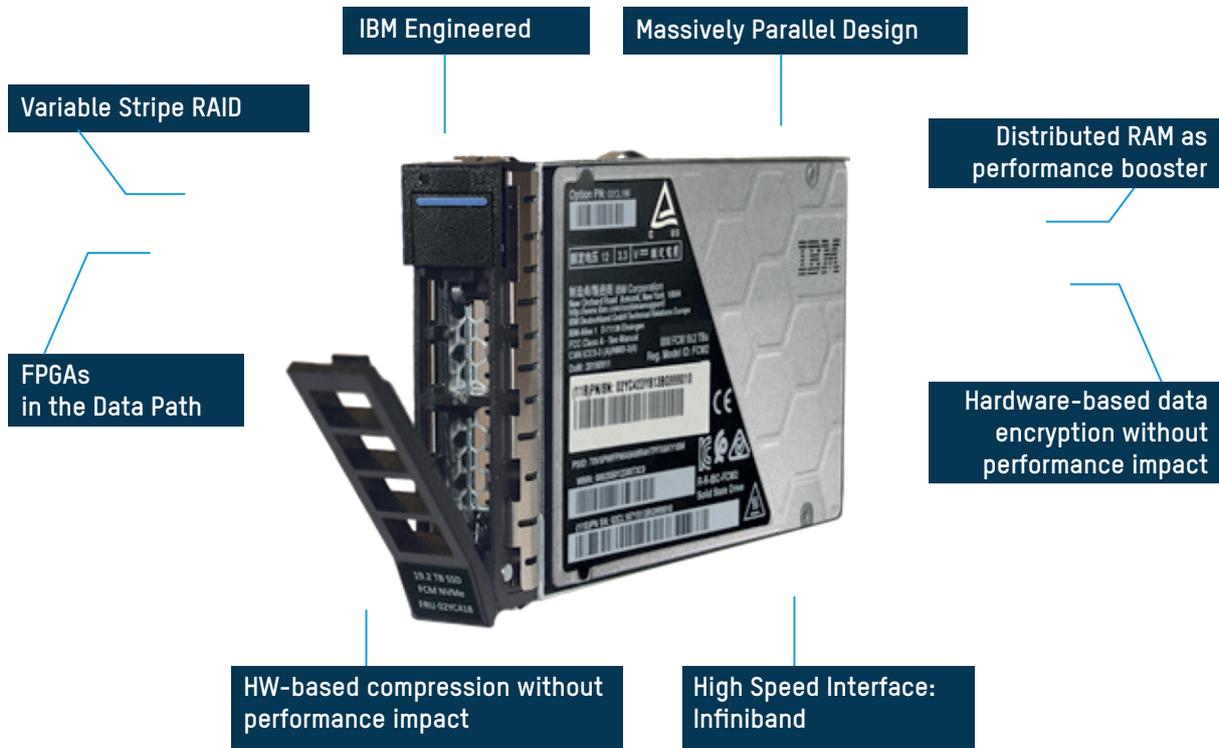
Encryption, Compression, Performance und nun Realtime Threat Detection und Quantum Save



Die wichtigsten Vorteile und Funktionalitäten der FlashCore 4-Module

- Hardware Accelerated Architecture:** I/O-Aktivitäten und Software-Interaktionen laufen völlig getrennt auf separaten Datenpfad-Strukturen ab (Hardware-only Data Path). Dies gewährleistet eine sehr hohe Leistung bei geringsten Latenzzeiten.
- Ransomware Threat Detection:** Die IBM FlashCore-Module bieten eine Datenkomprimierung und FIPS 140-2-zertifizierte Verschlüsselung im Ruhezustand ohne Leistungseinbußen. Die verbauten ARM Prozessoren prüfen jeden I/O auf Entropie und ermöglichen die rasche Erkennung von Ransomware.
- Advanced Flash Management:** Hardware und Software arbeiten optimal zusammen. Mehrfach im Chip-Stack implementierte RAID-Absicherungen wie Variable Stripe RAID stellen eine herausragende Hochverfügbarkeit und Zuverlässigkeit sicher. Die Speicherchips in den Modulen sind RAID-gesichert. Außerdem können mehrere FlashCore-Module in einem RAID-Array betrieben werden.

IBM FlashCore Technologie – entwickelt für Performance und RAS



- IBM Garbage Collection:** Um die Lebenszeit der Zellen zu maximieren, werden die Datenblöcke so optimiert, dass unnötige Schreibzyklen vermieden werden.
- IBM MicroLatency Modules:** Die Flash-Speichermodule gewährleisten mit ihrer einzigartigen Architektur für eine sehr hohe Leistung, Dichte und Zuverlässigkeit.
- Parallel Design:** Jeder Flash-Controller kann bis zu 40 I/O-Operationen gleichzeitig durchführen. Ein voll ausgebautes Flash-System erlaubt somit bis zu 1760 gleichzeitige Zugriffe, was eine durchgängig hohe I/O-Last sicherstellt.
- Non-Blocking Crossbar Switch:** Anstelle von PCIe-Verbindungen und SAS-Controllern setzt die FlashCore-Technologie auf eine speziell entwickelte Crossbar Switch Backplane-Technologie, die eine wesentlich höhere interne Bandbreite und erheblich mehr parallele I/O-Operationen ermöglicht.
- Wear Leveling:** Neben der hohen Kapazität und mehrfachen RAID-Absicherung setzt IBM auf ein spezielles Wear Leveling-Verfahren, das die Lebenszeit der Flash-Zellen maximiert.

2. NVMe Storage Class Memory (SCM): kräftiger Leistungsschub

SCM-Laufwerke von Intel und Samsung dienen als persistente Speicherebene für die IBM FlashSystem-Familie. So werden sehr niedrige Latenzzeiten für leistungsempfindliche, aber weniger Cache-freundliche Workloads erreicht. Dadurch profitieren auch langsamere Speicher von einem deutlichen Plus an Leistung.

Die NVMe-basierten SCM-Module sind in der Kapazität 1600 GB verfügbar. Sie bieten auf Chip-Level Antwortzeiten im Nanosekunden-Bereich. In Verbindung mit EasyTier als Caching-Funktion wird das Gesamtsystem optimiert. Die FlashCore-Module machen Latenzzeiten von wenigen μ -Sekunden möglich. Die SCM-Module sind neben den FlashCore-Modulen und NVMe-basierten SSDs in den FlashSystem-Modellen 5300, 7300 und 9500 frei konfigurierbar.

IBM Flash-Support für die FlashSystem-Modelle 5300, 7300 und 9500

Types	Sizes				
	1,6 TB	9,6 TB	19,2 TB	38,4 TB	
SCM	1,6 TB				
IBM FCM	4,8 TB	9,6 TB	19,2 TB	38,4 TB	
Industry Standard NVMe SSD	1,92 TB	3,84 TB	7,68 TB	15,36 TB	30,72 TB

3. Cyberresilienz im Fokus: IBM Safeguarded Copy und Storage Defender

Die Sicherheit von Speichersystemen ist nur ein Teilaspekt der umfassenden Datensicherheit in Unternehmen. Genau so wichtig ist es, die Daten vor externen Angriffen zu schützen, den unautorisierten Zugriff zu verhindern und Benutzerfehler zu vermeiden. Dies wird durch Maßnahmen wie Datenverschlüsselung, Zugriffskontrollen und Funktionen wie IBM Safeguarded Copy (SGC) erreicht. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass die IT-Umgebungen vieler Unternehmen zunehmend komplexer und anfälliger werden, insbesondere durch den verstärkten Einsatz von Cloud-Diensten und mobilen Geräten.

SGC steht ab dem Release IBM Storage Virtualize 8.4.2 für alle NVMe-basierten Flash-Systeme und das FlashSystem 5045 kostenlos zur Verfügung. Die Softwarefunktion erstellt automatisiert Point-in-Time-Kopien (PiT) in dedizierten Storage-Pools innerhalb der Speichersysteme. Die Daten werden wie ein WORM-(Write Once Read Many)-Backup behandelt. Sie können also nicht überschrieben, verändert oder gelesen werden, sondern stehen ausschließlich für Recovery-Zwecke zur Verfügung. Keine Anwendung kann auf diesen Datentresor zugreifen.

Um den gefährlichen Folgen von Cyberkriminalität vorzubeugen, ist es sinnvoll, Safeguarded Copy periodisch aufzusetzen, um beispielsweise alle zwei bis drei Stunden entsprechende Datenkopien zu erzeugen. Zudem kann man festlegen, wie lange diese aufbewahrt werden sollen. Tritt der Ernstfall ein, kann man auf die Kopien zurückgreifen, die einen konsistenten Datenbestand widerspiegeln, um einen kurzfristigen Restore durchzuführen und schnell wieder online zu gehen.

Beim Recovery-Prozess dauert das Zurückspringen von einem Sicherungsstand auf den vorherigen und die Suche nach dem letzten „sauberen“ Datenbestand häufig sehr lange. Dieser Zeitverlust wird durch IBM Safeguarded Copy und Storage Defender minimiert. Die Software-Suite für durchgängige Datenausfallsicherheit verknüpft klassische Backup-Möglichkeiten mit Tools zur schnellen Erkennung von Bedrohungen und herausragenden Disaster Recovery-Funktionalitäten.

Die Security-Suite wurde entwickelt, um Unternehmen jeder Größe und Branche zu unterstützen. Im Fokus stehen dabei insbesondere Betreiber Kritischer Infrastrukturen, die Finanzbranche und Industriefirmen, die den strengen Vorschriften von NIS-2 und/oder D.O.R.A. unterliegen. In der heutigen Zeit kann sich kein Unternehmen mehr leisten, dass die IT für mehrere Tage oder Wochen ausfällt. Der Ansatz einer *Minimum Viable Company* für die Wiederherstellung ermöglicht es, dass ein Unternehmen schnell wieder online ist. Mithilfe von maschinellen Lernverfahren können große Datenmengen analysiert werden, um sowohl bekannte als auch neue Bedrohungen zu erkennen. Dazu wird der Datenverkehr kontinuierlich überwacht. Die KI sorgt

zudem dafür, dass bei der Erkennung von Datenanomalien automatisch Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Schnelle Wiederherstellung mit IBM Storage Defender



Wiederherstellung der Minimum Viable Company in Stunden
 Vollständige Wiederherstellung aller Daten des Unternehmens in wenigen Tagen

Quelle: IBM

Offline-Datenträger bleiben unverzichtbar

Bei SGC handelt es sich um einen Air Gap mit logischer Trennung zwischen Computer und Netzwerk, während beim Offline-Datenträger Tape ein physikalischer Air Gap durch die Auslagerung von Kassetten entsteht. Deshalb sollten Unternehmen nie auf ein Tape-Backup verzichten: Nur Kopien auf einem physischen Datenträger bieten ultimativen Schutz, falls nach einem großflächigen Cyberangriff sämtliche Online-Systeme zerstört sind.

4. FCM4-Bausteine mit Ransomware Threat Detection

Die Möglichkeiten der schnellen Wiederherstellung mittels SGC sind sehr wertvoll, können aber bei steigenden Datenmengen schnell zeitaufwändig werden. Besser ist es, Angriffe bereits im Keim zu erkennen und Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Die Ransomware Threat Detection (RTD) der 2024 eingeführten FCM4-Bausteine prüft

alle geschriebenen Blöcke anhand von mehreren Kriterien. Dazu zählen die Komprimierbarkeit oder mögliche Veränderungen zu bisherigen Verhaltensmustern. Zudem sorgt die im Betriebssystem mitlaufende KI Inference Engine dafür, dass der Administrator unverzüglich informiert wird, wenn ein Angriff erfolgt. Dieses intelligente Tool wird von IBM trainiert und fortlaufend beim Kunden aktualisiert.

5. Weitere innovative Technologien

Das IBM FlashSystem-Portfolio enthält die KI-gesteuerte EasyTier-Funktion, mit der sich die richtigen Daten zur richtigen Zeit auf der richtigen Speicherebene platzieren lassen.

IBM Storage Virtualize vereint sämtliche Bereitstellungstypen in einer einzigen Softwareplattform (Bare-Metal-, virtualisierte, Container- und hybrider Multicloud-Speicher). Zudem kann IBM Flash-Speicher in vorhandene Storage-Systeme integriert werden – unabhängig vom jeweiligen Anbieter. Unterstützt werden derzeit rund 500 unterschiedliche Produkte. Mit diesen Funktionen leisten IBM Flash-Systeme einen zentralen Beitrag zur Kosteneffizienz in jeder hybriden Multi-Cloud-Umgebung.

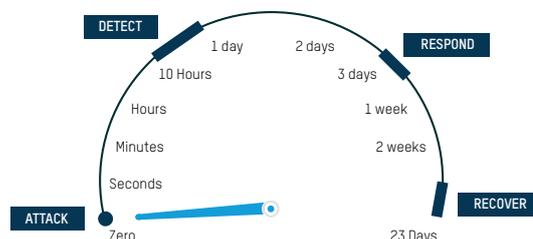
In Storage Virtualize ist die EasyTier-Funktion bereits enthalten. Die Software stellt DRAID (Distributed RAID) mit dynamischer und unterbrechungsfreier Erweiterung sowie eine 3-Site-Replikation zur Verfügung. Storage Virtualize bietet eine große Zahl wichtiger Funktionalitäten, die in vollem Umfang für die Flash-Systeme 5300, 7300 und 9500 zur Verfügung stehen. Neben der Sicherheitsfunktionalität von Safeguarded Copy und der Ransomware-Erkennung ist eine Multifaktor-Authentifizierungsfunktion

enthalten. FlashSystem 5300, FlashSystem 9500 und der SAN Volume Controller SV3 bieten zusätzlich Secure Boot und Root of Trust.

Alle aktuellen Systeme der FlashSystem-Familie bieten CSI-Support (Container Storage Interface) für Red Hat OpenShift und sind mit dem Red Hat-Tool Ansible einfach steuer- oder automatisierbar. So lassen sich Container-Plattformen einfach und sicher integrieren und Daten in unterschiedliche Clouds spiegeln. Auch der HyperSwap kann mit Ansible automatisiert werden. Für sämtliche IBM Flash-Systeme gibt es eine neue einfache GUI, die das einfache Einrichten und Managen der 3-Site Replication ermöglicht.

Weitere Überwachungs-Features sowie KI-unterstützte Warn-, Berichts- und Support-Funktionen erhalten FlashSystem-Betreiber mit IBM Storage Insights. Die Software ist für jedes IBM FlashSystem kostenfrei verfügbar.

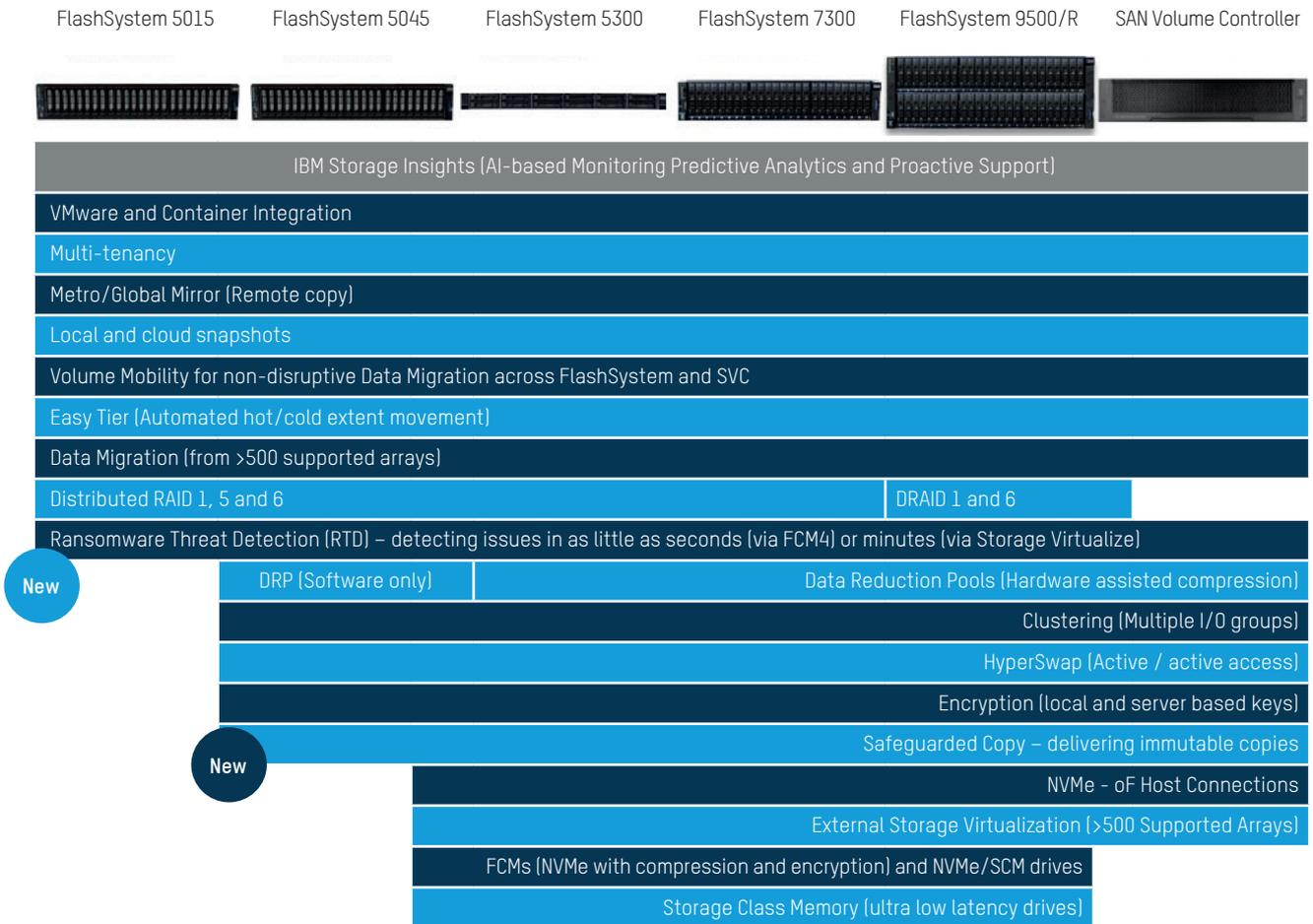
Impact timeline
How data resilient are you



Prevent an minimize operational impacts
FMC4 changes the impact to clients



Storage Virtualize Across the Family



6. All-Flash- und Hybrid-Flash für Einsteiger: IBM Flash-System 5015 und 5045

Mit den Flash-Systemen 5015 und 5045 bietet IBM einen kostengünstigen Start in die Welt der schnellen Storage-Technologie.

Optimiert sind die Storage-Server sowohl für den Einsatz mit SSDs und NVMe FlashCore-Modulen. Neben All-Flash-Speicher sind auch Hybrid-Flash-Varianten erhältlich.

Die IBM FlashSystem-Modelle 5015 und 5045 Flash Drive-Kapazitäten von 1,92 Terabyte bis 30,72 Terabyte. Mit den 30,72 TB SAS Flash Drives und den zugehörigen Expansions kann das Modell 5015 bei einem Maximum von 392 Drives auf eine SSD-Kapazität von bis zu 12 Petabyte (PB) erweitert werden. Die Variante 5045 kommt bei einem Maximum von 440 Drives per System auf maximal 14 PB. Zudem lässt sich das FlashSystem 5045 in einem 2-Way-Cluster betreiben. In dieser Konfiguration sind bis zu 880 Drives und 27 PB Kapazität realisierbar.

7. IBM FlashSystem 5300: das kleinste NVMe-All-Flash Array im 1U-Gehäuse

Dieser Performance-Booster findet überall Platz: Mit lediglich 1U Bauhöhe ist das FlashSystem 5300 konkurrenzlos kompakt.

Der erforderliche Raum findet sich häufig in vorhandenen 19-Zoll-Racks. Dadurch ergeben sich viele interessante Möglichkeiten, zumal das IBM FlashSystem 5300 nur sehr wenig Energie benötigt.



IBM FlashSystem 5300 mit 1U Bauhöhe

Als Steuereinheit dient ein 2-Node-Controller mit 2.0-GHz-Prozessor und jeweils 12 Cores (24 Cores per System). Die Konfiguration ist mit den Cache-Größen 64, 256 und 512 GB möglich. Bis zu zwei Steuereinheiten können in einem 2-Way-Cluster betrieben werden. Die Leistungsfähigkeit per System liegt bei maximal 2.2 Millionen IOPS und 28 GB/s Durchsatz mit ca. 70 μ s Latenzzeit. Im 2-Way-Cluster kann man die Leistung verdoppeln.

Dank der 1U-Bauweise bietet die Steuereinheit Platz für 12 NVMe Flash-Drives. Bestückt werden kann das System mit FlashCore-Modulen (FCMs), Storage Class Memory-Modulen (SCMs) und NVMe Flash-Drives – alle frei wähl- und kombinierbar. Die Leistungsfähigkeit von drei IBM FlashCore-Modulen ist so hoch, dass sie mit ihrem Datendurchsatz 24 SAS-SSDs ersetzen könnten.

Durch SAS-Expansions ist die Steuereinheit auf bis zu 428 Drives erweiterbar, in einem 2-Way-Cluster auf 856 Drives. Die maximale Kapazität beträgt 32 PB.

8. IBM FlashSystem 7300: NVMe-Storage der Midrange-Klasse

Der leistungsstarke Storage-Server mit End-to-End-NVMe- und hybriden Multi-Cloud-Funktionen passt hervorragend zu mittelgroßen Firmen.

Das IBM FlashSystem 7300 ist mit 4 x 10-Core 2.4 GHz-CPU's (Cascade Lake Gen. 2) ausgestattet und bietet mit den FCMs der 3. Generation bis zu 30 Prozent mehr Leistung als der Vorgänger.

Neben 24 x 32 Gb FCP-Ports bietet das System auch 100 GbE NVMe RoCE v2-Anschlussmöglichkeiten. Die Control-Einheit mit 2U Höhe bietet Platz für 24 NVMe-Drives. Flash-Drives und/oder FlashCore-Module und/oder SCM-Module sind beliebig konfigurierbar. Bei den FlashCore-Modulen werden ausschließlich FCMs der 3. Generation unterstützt. Mit 24 NVMe FCM-3 Laufwerken auf 2U Höhe ergibt sich eine effektive Kapazität von bis zu 2.2 PB pro Gehäuseeinheit.

Die Cache-Größen sind von 256 GB bis 1.5 TB wählbar. Bis zu vier Systeme können in einem Cluster-Verbund für maximale Speicher-Power arbeiten. Mit SAS Expansion Units unterstützt das FlashSystem 7300 Konfigurationen bis zu 392 Drives, in einer Vier-Cluster-Konfiguration sogar bis zu 1568 Drives.



IBM FlashSystem 7300 mit 2U Bauhöhe

9. IBM FlashSystem 9500: Speicher-Performance auf höchstem Niveau

Mit seiner Performance und Ausfallsicherheit ist das All-Flash Array einzigartig im High-End-Segment.

Das IBM FlashSystem 9500 liefert doppelt so viel Leistung, Konnektivität und Kapazität wie das Vorgängermodell und bietet bis zu 3 TB Cache Speicher.

Das 4U-basierte Dual-Controller-System ist mit 4 x 24-Core 2.4 GHz-CPU's (Cascade Lake Gen. 2) ausgestattet. Das System hat 48 NVMe-Slots und unterstützt doppelt so viele hochleistungsfähige NVMe-Laufwerke. Das FlashSystem 9500 arbeitet mit FlashCore-Modulen der Generationen 3 und 4, Storage Class Memory-Modulen (SCMs) und NVMe Flash-Drives (SSDs).

Möglich sind bis zu 48 NVMe FlashCore-Module der Generation 3 mit den nativen Kapazitäten 4.8 TB, 9.6 TB und 19.2 TB, bis zu 24 NVMe FlashCore-Module der Generation 3 mit 38.4 TB und bis zu 12 x 1.6 TB SCMs. Damit bietet die mit FlashCore-Modulen bestückte 4U-Einheit eine Kapazität von maximal 2.3 PB mit DRAID6 im Steuergehäuse. In einem späteren Release mit 48 FCM x 38.4 TB werden bis zu 4.5 PB realisierbar sein. Die Bestückung ist dann frei wählbar.



IBM FlashSystem 9500 mit 4U Bauhöhe

Das Topmodell bietet 12 x I/O Adapter und bis zu 48 x 32-Gbit/s-Fibre-Channel-Ports mit einer geplanten Unterstützung von 64 Gbps. Außerdem gibt es eine große Auswahl an Ethernet-Optionen, 12 x 100GbE RoCE v2, 20 x 10/25 GbE iSCSI, iSER, iWARP und NVMe RoCE v2 sowie 2 x 12 Gb SAS Expansion Enclosure-Anschlüsse.

Im 2-Way-Cluster mit FlashCore-Modulen sind bis zu 9 PB bei extrem schnellen Antwortzeiten möglich. Ein 4-Way-Cluster ist mit RPQ ebenfalls realisierbar. Mit SAS Expansion Units unterstützt das FlashSystem 9500 Konfigurationen bis zu 232 Drives, in einer 2-Cluster-Konfiguration maximal 464 Drives.

Für die Datensicherheit bietet das Flash-Flaggschiff außer der Multi-Faktor-Authentifizierung eine Secure Boot-Funktionalität, die über das Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) beim Booten die Hashtags prüft und sicherstellt, dass lediglich Software auf dem System läuft, die von IBM autorisiert wurde.



IBM FlashSystem 9500R

Anwenderzitat eines FS 9500 Test Kunden:

„In unseren Beta-Tests zeigte das Flash-System 9500 mit aktivierter FlashCore-Modul-Kompression die niedrigste Latenzzeit und den Effizienzvorteil der Komprimierung. Das FlashSystem 9500 liefert die meisten IOPS und den höchsten Durchsatz aller von uns getesteten Dual-Controller-Systeme und übertrifft sogar einige Systeme mit vier Controllern.“

Das IBM FlashSystem 9500R ist eine von IBM gebaute, getestete und vollständig konfigurierte 9500-Variante. Zwei FS 9500 werden in einem Rack durch Switches verbunden – mit bis zu 9 PB Kapazität, 6 TB Cache und 96 FC Ports.

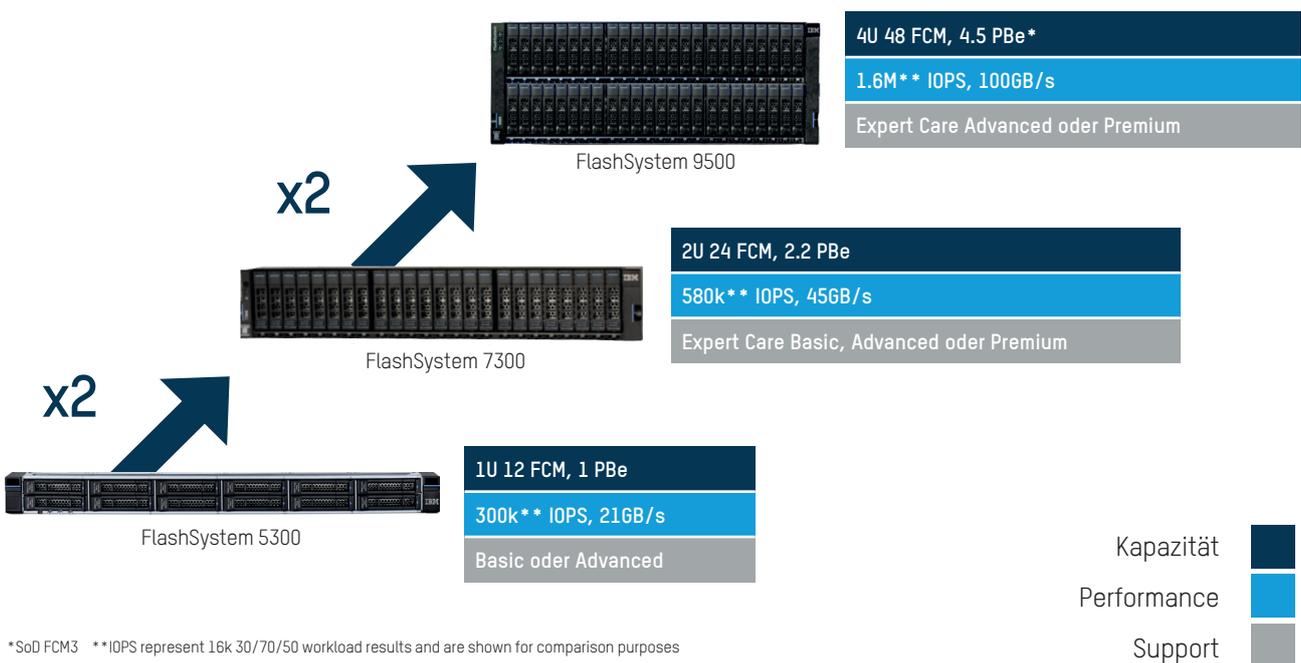
10. Kapazitäten, Leistung und Wartungsoptionen

Kapazitäten, Leistungsaussagen und Wartungsoptionen der aktuellen NVMe-basierten Flash-Systeme zeigt das untenstehende Bild. Die Kapazitätsangaben beziehen sich auf die maximale Bestückung der 2.5-Zoll-Slots mit den FlashCore-Modulen der 3. Generation. Die Modelle FlashSystem 9500 und 7300 unterstützen ausschließlich diese neue Version.

Die Leistungsangaben in IOPS und Durchsatz beruhen auf einer realistischen Workload-Simulation auf Basis von 16K-Blöcken und einer 30/70/50-Workload, wie sie auch offiziell im Storage Performance Council (SPC) Verwendung findet.

Die Wartungsangebote „Basic“, „Advanced“ und „Premium“ unterscheiden sich in ihrem Leistungsspektrum. Die Serviceklasse und Laufzeit kann der Kunde frei wählen.

IBM NVMe Flash Enterprise Storage



11. Hybride Konfigurationen mit Erweiterungseinheiten

Die IBM Flash-Systeme 5300, 7300 und 9500 unterstützen Expansion Units der unterschiedlichsten Bauweise und Bestückung.

Das Highend-System 9500 unterstützt die Gehäuseeinheiten 24 x 2.5 Zoll in 2U und 92 x 3.5 Zoll in 5U, beide ausschließlich mit SSD-Bestückung. Festplatten (HDDs) sind nicht möglich.

Die Flash-Systeme 5300 und 7300 unterstützen alle verfügbaren Expansions, also auch 12 x 3.5 Zoll in 2U-Gehäusen, und können wahlweise mit SSDs oder HDDs ausgestattet werden.



Fünf Handlungsempfehlungen für Unternehmen



Die fortschreitende Digitalisierung erfordert Speicherlösungen, die agil und effizient sind. IT-Entscheider, die auf eine zukunftssichere Infrastruktur bauen wollen, sollten auf Flash-Storage umsteigen. Flash-Systeme bieten nicht nur eine erhebliche Verbesserung der I/O-Zeiten, sondern beschleunigen auch anspruchsvolle Anwendungen und bieten eine hohe Datensicherheit. Vor der Implementierung sind aber einige wichtige Fragen zu klären. Unsere Handlungsempfehlungen liefern die Antworten.

- 01 Denken Sie strategisch:** Verschaffen Sie sich einen umfangreichen Überblick über die Storage-Infrastruktur in Ihrem Unternehmen. Informieren Sie sich über die Flash-Technologie und deren Einsatzmöglichkeiten in Ihrem Unternehmen.
- 02 Nehmen Sie sich Zeit für die Analyse:** Dokumentieren Sie die exakten Anforderungen der Flash-Installation an Ihre Infrastruktur. Führen Sie eine Nutzenanalyse und eine Total Cost of Ownership (TCO)-Berechnung durch.
- 03 Treffen Sie eine Auswahl:** Kooperieren Sie mit einem erfahrenen IT-Dienstleister, um ein klares Anforderungsprofil zu entwickeln. Dieses Konzept sollte die gewünschten Funktionalitäten und Services mit Priorisierungen enthalten. Achten Sie darauf, dass der ausgewählte Partner über Fachwissen im Bereich der Flash-Technologie verfügt. Seien Sie bei der Produktauswahl kritisch: Nicht überall, wo Flash draufsteht, ist die neueste Flash-Technologie enthalten.
- 04 Testen Sie gründlich:** Vereinbaren Sie mit Ihrem IT-Partner ein Proof-of-Concept und ein erstes Prototyping. Nutzen Sie die gewonnenen Erkenntnisse, um Ihre Flash-Installation zu optimieren.
- 05 Vertrauen Sie einem etablierten Hersteller:** IBM ist ein Vorreiter bei der Flash-Technologie. Die FlashSystem-Reihe setzt neue Maßstäbe in Bezug auf die Leistung, Sicherheit und Effizienz. Kein anderer Hersteller bietet ein vergleichbares Preis-Leistungs-Verhältnis. Von kostengünstigen Einstiegsmodellen bis hin zu besonders schnellen NVMe-All-Flash Arrays sind IBM Lösungen auf die unterschiedlichen Anforderungen von Unternehmen zugeschnitten.

Kontakt

HAMBURG

hamburg@mcs.de
Fon 04053773-0
Fax 04053773-200

HANNOVER

hannover@mcs.de
Fon 0511626649-0
Fax 0511626649-49

MOERS

moers@mcs.de
Fon 02841881-1570
Fax 02841881-4180

info@mcs.de
www.mcs.de