



# Technology Guide IBM FlashSystem

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

# Inhalt

## 01

### Einführung

3

## 02

### Technologie, Vorteile, Anwendungen und Marktpotenziale

4

1. Am Anfang war die Digitalkamera 4
2. So funktioniert die schnelle Speichertechnologie 5
3. Warum Flash für die IT-Infrastruktur Ihrer Kunden wichtig ist 6
4. Optimale Absicherung gegen Ausfälle 7
5. 3D Flash-Chips: die nächste Entwicklungsstufe 8
6. Vorsicht: Flash ist nicht gleich Flash! 8
7. Flash-Speicher als Applikations- und Performance-Booster 9
8. Das aktuelle Marktpotenzial 10

## 03

### IBM FlashSystem: Die leistungsstärksten Lösungen am Markt

11

1. FlashCore-Module: einzigartig in Leistung und Verfügbarkeit 13
2. NVMe Storage Class Memory (SCM) Module: kräftige Beschleuniger 17
3. Weitere innovative Technologien 17
4. IBM FlashSystem Cyber Vault und Safeguarded Copy als Datentresor 18
5. IBM FlashSystem 5015: der Einstieg in die All-Flash und Hybrid-Flash-Welt 21
6. IBM FlashSystem 5200: das kleinste NVMe All-Flash Array im 1U-Gehäuse 22
7. IBM FlashSystem 7300: NVMe-Storage der Midrange-Klasse 23
8. IBM FlashSystem 9500: Performance und Security auf höchstem Niveau 24
9. Kapazität, Leistung und Wartungsoptionen im Überblick 26
10. Hybride Konfigurationsmöglichkeiten mit Erweiterungseinheiten 27

## 04

### Flash-Speicher nutzen: fünf Handlungsempfehlungen

28

# 01 Einführung

**Daten sind die wichtigsten Treiber der digitalen Transformation. Ob ERP-Anwendungen, Big-Data-Analysen oder Machine Learning: Datengetriebene Geschäftsprozesse gewinnen immer stärker an Bedeutung. Damit kommt auch dem Datenschutz ein sehr hoher Stellenwert zu.**

Unternehmen benötigen leistungsfähige und flexible Storage-Konzepte, um den rasant wachsenden Datenmengen zu begegnen. 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. Doch durch die Vernetzung entstehen auch immer mehr Angriffsflächen für Ransomware-Attacken und andere Cyberangriffe. Speicherlösungen müssen dieser Bedrohungslage Rechnung tragen.

**Gefragt sind Speichersysteme mit hoher Performance, großen Kapazitäten und attraktiver TCO (Total-Cost-of-Ownership), mit denen sich ein sicherer Schutz vor Hackern realisieren lässt. Diese Anforderung erfüllt Flash Storage besonders gut.**

Damit lassen sich zum einen die steigenden Datenmengen beherrschen. Zum anderen ist die Technologie 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.

**Die FlashSystem-Serie von IBM setzt ein großes Ausrufezeichen, was die Kosten, Bauweise, Funktionalitäten, Leistungsfähigkeit und Sicherheit angeht.**

IBM Flash-Systeme bieten 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.

IBM ist in diesem Marktumfeld bereits seit der Übernahme von TMS (Texas Memory Systems) im Jahr 2012 aktiv. Die Flash-Systeme werden kontinuierlich weiterentwickelt. Mit seinem umfangreichen Flash-Portfolio bietet IBM ein herausragendes Preis-Leistungsverhältnis und tritt als starker Marktplayer auf.

**In diesem Technology 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 Tech Data Sales Team

# 02 Flash: Technologie, Vorteile, Anwendungen, Marktpotenziale

## 1. Am Anfang war die Digitalkamera

Die Historie der Flash-Speicher ist eng mit der Digitalkamera verbunden. Diese Technologie löste eine zentrale Herausforderung für die große Verbreitung der Pocket-Kameras: einen Speicher zu finden, auf dem Informationen persistent auf kleinstem Raum mit geringem Stromverbrauch abgelegt werden können.

Die erste CompactFlash-Speicherkarte mit vier Megabyte Kapazität wurde 1994 vorgestellt. Seither kam eine Vielzahl weiterer Medienformate hinzu, zum Beispiel der Memory Stick, die MultiMediaCard (MMC) und deren Nachfolger, die Secure Digital Memory Card (SD). Inzwischen erreicht die Speicherkapazität von Flash-basierten Speicherkarten und USB-Sticks mehrere 100 Gigabyte.

Über digitale Fotoapparate hinaus kommen Flash-Module in Videokameras, Laptops, Tablets oder Smartphones zum Einsatz, werden aber auch als Hybrid-Festplatten oder Flash-Festplatten genutzt. Ab 2012 haben Flash-Speicher ihren Siegeszug in die Rechenzentren angetreten.

## 2. So funktionieren die schnellen Speichersysteme

**Flash-Speicher basieren auf der Halbleitertechnologie. Sie besitzen keine beweglichen Teile, sprich mechanische Komponenten, wie dies bei Festplatten der Fall ist, sondern elektrotechnische Bauelemente. Diese sind in der Lage, Daten langfristig und stromunabhängig zu speichern.**

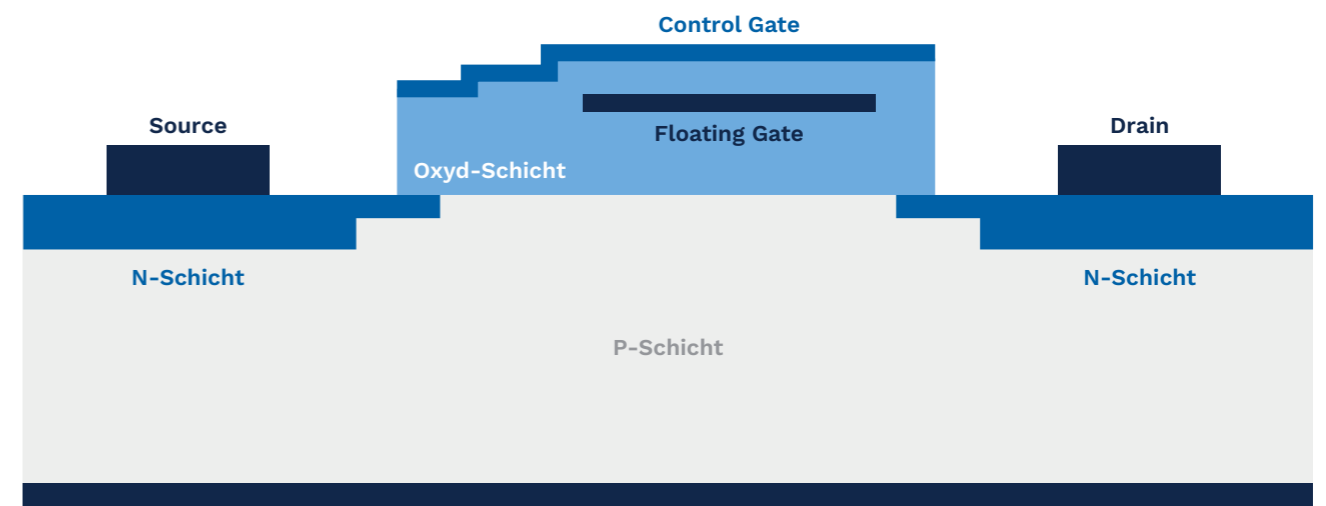
Das Herz jedes Flash-Speichers ist die Speicherzelle. Auf dieser sind die Informationen in Form von Bits gesichert. Nötig hierfür sind elektronische Ladungen, die auf einer Elektrode aufgebracht werden, dem sogenannten „Floating Gate“. Dies

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 Floating Gate „herausgepresst“ werden. Dieser Vorgang erinnerte die Entwickler an ein Blitzlicht (Englisch: Flash), was der gesamten Technologie ihren Namen verlieh.

Je nach Ladungszustand lässt sich eine logische Information auslesen: eine Null (0) für viele Elektronen im Floating Gate oder eine Eins (1) für wenige oder fast keine Elektronen.

### Flash-Speicherzelle: Technik im Detail

Aufbau einer Flash-Speicherzelle mit Floating Gate



Die schematische Abbildung „Aufbau einer Flash-Speicherzelle mit Floating Gate“ zeigt, wie das Floating Gate eine Falle bildet, in der die elektrische Ladung gespeichert wird. Es 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 Floating Gate 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 Floating Gate herausgetrieben.

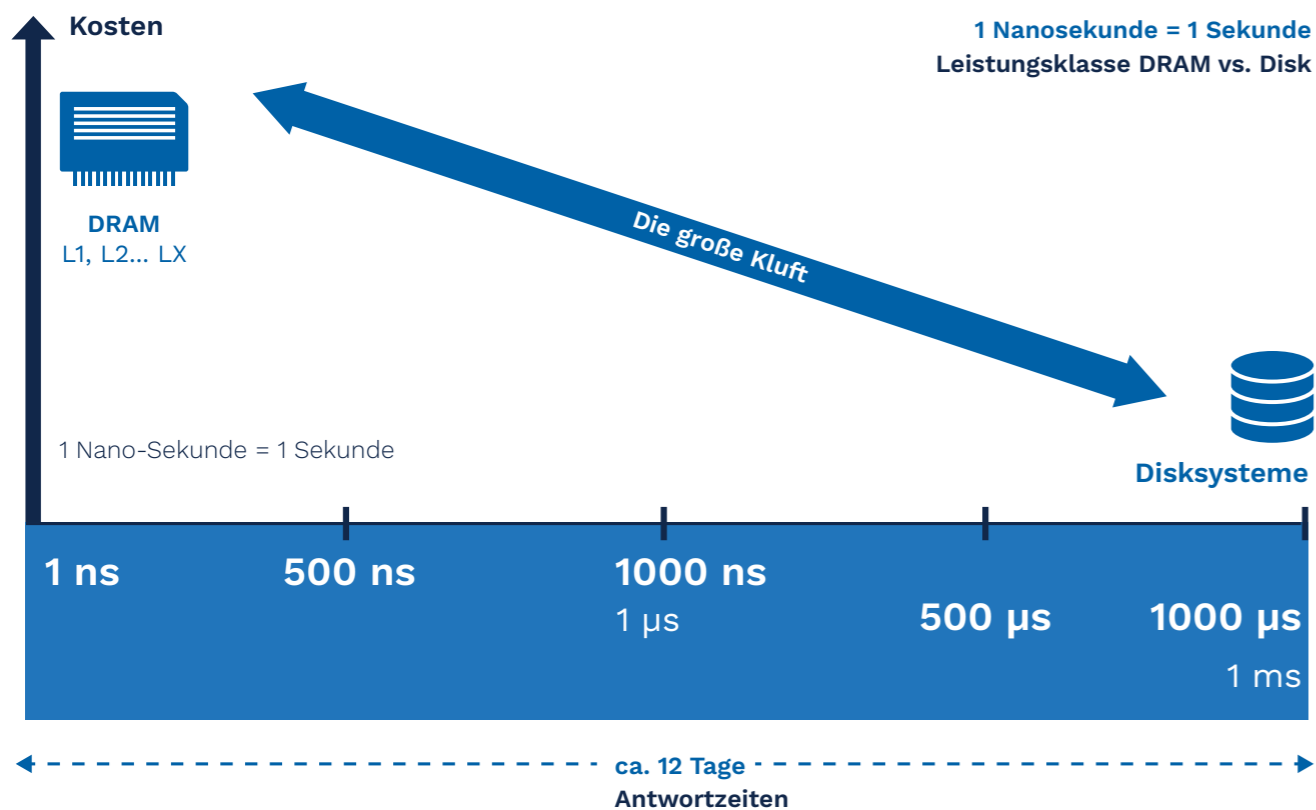
### 3. Darum ist Flash für die IT-Infrastruktur Ihrer Kunden so wichtig

Flash-Speicher sind für das Rechenzentrum eine grundlegende Technologie, um die Taktzeiten der Systeme zu verkürzen, die Anwendungen zu beschleunigen und den Datenschutz zu verbessern – besonders bei steigenden Datenmengen.

Als Flaschenhals der Rechner-Performance erweist sich die große Kluft zwischen dem

Antwortzeitverhalten des Halbleiterspeichers (DRAM) und demjenigen des Platten-Subsystems. Letzteres ist deutlich langsamer (siehe Kasten). Mit jeder Kapazitätssteigerung wird es schlechter, denn die Drehgeschwindigkeiten der Harddisks haben sich in den letzten 20 Jahren nicht verbessert. Die Caching-Algorithmen der Subsysteme können diese Entwicklung schon lange nicht mehr kompensieren. Flash-Speicher schließen diese Kluft dank ihrer hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit. Die Latenzzeiten liegen im Mikrosekundenbereich.

#### Leistungsklasse DRAM vs. Disk



#### Nano-, Mikro- 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. Das alles ist sehr 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.



#### Die weiteren Vorteile von Flash Storage

- **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 wesentlich weniger empfindlich, weil sie keine beweglichen Teile besitzen.
- **Speichervolumen:** Durch die platzsparende Anordnung der Speicherzellen kann eine hohe Kapazität erzielt werden.

#### 4. Optimale Absicherung gegen Ausfälle

**Der größte Vorbehalt gegen die Flash-Technologie betrifft die Lebensdauer: Aufgrund ihres Aufbaus sind Flash-Speicher nicht unbegrenzt haltbar. Deshalb geben die Hersteller 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. Defect-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.

Fazit: Noch nie bot eine Speichertechnologie so viele Möglichkeiten zur Datensicherung wie Flash Storage.



### 5. 3D Flash-Chips: 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. Bereits heute gibt es Chips mit 96 Lagen. Chips mit 128 oder mehr Lagen werden ebenfalls schon getestet.

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 Leistung, während der Stromverbrauch sinkt.

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

### 6. Vorsicht: Flash ist nicht gleich Flash

**Vor dem Kauf eines Flash-Systems sollte man prüfen, welche Technologie verbaut ist. Schon bei den eingesetzten Modulen gibt es gewaltige Unterschiede.** So bieten 3D Flash-Chips 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 das Floating Gate 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.

### 7. Flash-Speicher als Applikations – und Performance-Booster

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

Bei Oracle zum Beispiel werden 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 den Betrieb der In-Memory-Datenbank 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.

Virtuelle Server- und VDI-Umgebungen sind ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet für Flash. Die Herausforderung: 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.

Zudem wirkt Flash als Performance-Booster für datenintensive Anwendungen. Dazu gehören Online Analytical Processing (OLAP)-Umgebungen wie etwa Business Intelligence, ERP-Systeme oder 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 für Anwendungen mit künstlicher Intelligenz spielt Flash eine maßgebliche Rolle, etwa bei Machine Learning-Projekten. Hier ist bei der Datenaufbereitung ein sehr hoher Lese- und Schreibdurchsatz nötig. Ähnliches gilt für das Training neuronaler Netze, wo extrem kurze Antwortzeiten von elementarer Bedeutung sind. Diese Anforderungen können nur schnelle Flash-Systeme bewältigen.

Im Backup-Bereich werden Flash-Speicher die Plattenpuffer ablösen. Bandlaufwerke sind heutzutage so schnell, dass sie von den Platteninformationen die drei- bis vierfache Datenmenge verarbeiten können. In Deutschland gibt es einige Rechenzentren, die Backups mit IBM Spectrum 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 in vielen Fällen 50 Prozent und mehr erreichen.

## 8. Marktpotenziale

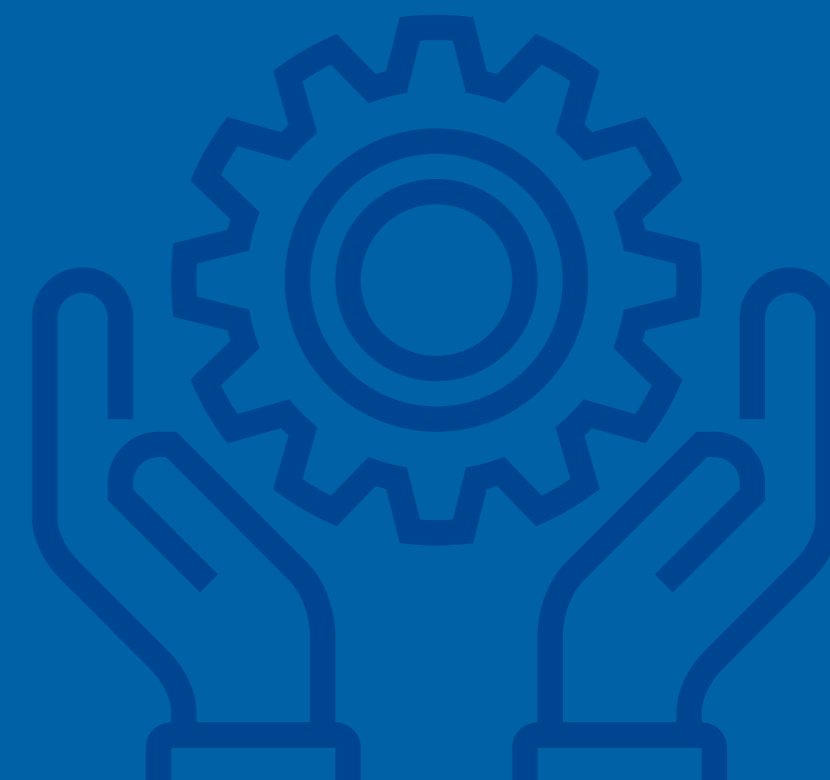
**In einer groß angelegten Studie hat Crisp Research im Auftrag von Tech Data die Infrastruktur-Trends der kommenden Jahre analysiert („DI2020 – IT-Infrastruktur für das digitale Zeitalter“** (Weblink: <https://www.digital-infrastructure-2020.de>). Flash gehört zu den sieben Technologien, die für eine erfolgreiche digitale Transformation bedeutsam sind. Die interessantesten Studienergebnisse finden Sie im Tech Data Trendpaper: <https://www.digital-infrastructure-2020.de/flash-storage>.

Im Rahmen der Untersuchung wurde auch eine Umfrage unter IT- und Business-Verantwortlichen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen ein großes Marktpotenzial für die Flash-Technologie. Aktuell haben rund 15 Prozent der befragten Unternehmen Flash-Systeme im produktiven Betrieb oder befinden sich in der Einführungsphase. 64 Prozent der Entscheider beschäftigen sich bereits aktiv mit Flash-Lösungen. 23 Prozent befinden sich im Prototyping & Proof-of-Concept. 24 Prozent sind in der Evaluierungs- und Planungsphase und 17 Prozent bei der Technologie- oder Providerauswahl.

Kurzfristig planen 95 Prozent der Unternehmen, ihre Ausgaben für Flash-Speicher im nächsten Geschäftsjahr zu erhöhen. Bei über einem Drittel beträgt die Steigerung zwischen 10 und 20 Prozent. Jeder fünfte Entscheider will sogar zwischen 20 und 50 Prozent mehr für Flash-Systeme ausgeben. Zehn Prozent der Unternehmen wollen ihre Ausgaben um 50 bis 100 Prozent erhöhen.

# 03 IBM FlashSystem-Serie: die leistungstärksten Lösungen am Markt

Mit der FlashSystem-Reihe bietet IBM ein Flash-Portfolio, das auf dem Markt einzigartig ist. Die Palette reicht von preiswerten Entry-Modellen über die Midrange-Klasse bis zum High-End Array – alle mit NVMe-Schnittstelle.



## IBM FlashSystem 2022: Performance Booster und Datentresor



**IBM Flash-Systeme erfüllen die unterschiedlichsten Kundenanforderungen an die Speicherinfrastruktur. Im Mittelpunkt stehen die Themen Performance, Skalierbarkeit, Funktionalität, Verfügbarkeit und Sicherheit. Zudem bietet IBM eine Plattform, mit der sich die Speicherkomplexität massiv verringern lässt.**

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

Alle aktuellen Flash-Systeme 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.

Ansible startete 2012 als Open-Source-basiertes Automatisierungswerkzeug für Rechner- und Speichersysteme in Netzwerken – vor allem für die Konfiguration und Administration. Enthalten sind die SW-Verteilung, Ad-Hoc-Commands und Konfigurationsmanagement über das Secure Shell Protocol (SSH) – ohne Abhängigkeit von der jeweiligen Umgebung.

Für sämtliche IBM Flash-Systeme gibt es eine neue einfache GUI, die das einfache Einrichten und Managen der 3-Site Replication ermöglicht.

Seit Frühjahr 2022 stehen weitere innovative Funktionen zur Erhöhung der Ausfall- und Datensicherheit zur Verfügung. Ein besserer Schutz vor Cyberangriffen wird mit dem neuen IBM Flash-System Cyber Vault-Framework erzielt, das die Wiederherstellungszeit auf wenige Stunden verkürzen kann (anstelle von Tagen oder Wochen). Dabei ergänzt Cyber Vault die Safeguarded Copy-Funktion, die Point-in-Time-Kopien (PIT) in einem Datensafe in dedizierten Storage-Pools innerhalb der Flash-Systeme erstellt. Diese Kopien werden wie ein unveränderbares Backup behandelt und stehen nur für Recovery-Zwecke zur Verfügung. IBM FlashSystem Cyber Vault überprüft konstant

die SGC-Kopien in einer abgeschirmten Umgebung („fenced“) auf ihren konsistenten Zustand. Diese „gesunden“ SnapShots stellen ein extrem schnelles Recovery sicher.

**Technische Highlights der neuen IBM Flash-Systeme sind die FlashCore-Module (FCMs) der dritten Generation sowie die NVMe-basierten Storage Class Memory-Module (SCMs).**

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

**Die IBM FlashCore-Technologie vereint hohe Performance und kürzeste Antwortzeiten mit Zuverlässigkeit und Kosteneffizienz.**

Seit Auslieferung der FlashCore-Module (Generation 1, Generation 2 und jetzt Generation 3) konnten keinerlei Abnutzungs- oder Alterungserscheinungen festgestellt werden. In den Jahren 2020 und 2021 wurden bereits 95 Prozent der NVMe-basierten IBM Flash-Systeme mit FlashCore-Modulen bestückt. Dies spricht nicht nur für die hohe Leistungsfähigkeit der Technologie, sondern auch für deren Qualität und Zuverlässigkeit.

Hinter den Modulen 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 und dritten 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 der Generation 3 von bis zu 115 TB im kompakten 2.5-Zoll-Format.

Solche Kapazitäten, die bis zu viermal höher sind als bei klassischen Flash-SSDs, bietet kein anderes 2.5-Zoll-Device. Zudem ist bereits Generation 2 wesentlich schneller – mit Antwortzeiten von 70 µs oder weniger.

FCM3-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 für die FCM3 mit 19.2 TB und 38.4 TB sowie ARM-Prozessoren. Die integrierte HW-Kompression erfolgt inline mit dem Faktor 3:1.




Die höheren Kompressionsraten werden durch Optimierungen von Hardware, Adressraum und Algorithmen realisiert. Der Einsatz von PCIe G4 ermöglicht im Vergleich zu Modulen der 2. Generation Leistungsverbesserungen von bis zu 70 Prozent.

Insgesamt können IBM Flash-Systeme mit den FlashCore-Modulen der dritten Generation bis zu 4.5 PB Daten in einer 4U-Einheit mit 48 FCMs zur Verfügung stellen.

#### IBM FlashCore Modules

FMC 3 mit höherer Kapazität und Leistungsfähigkeit



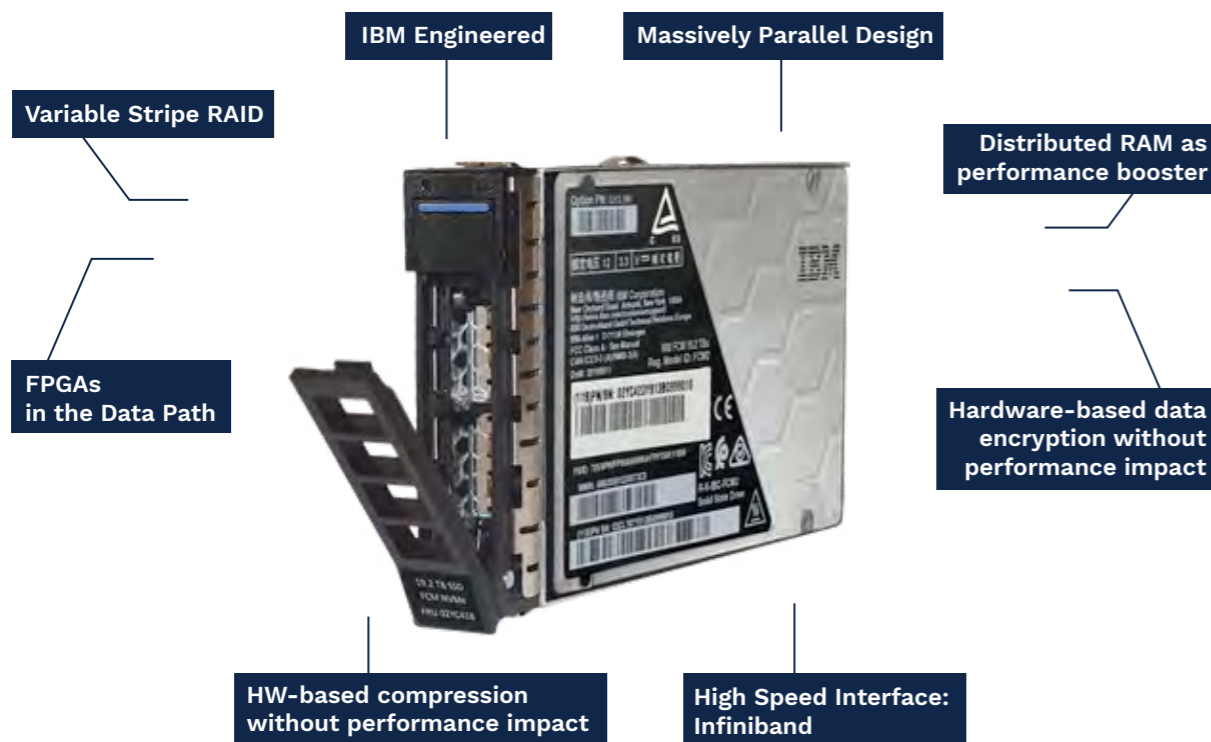
2018: FCM 1	2020: FCM 2	2022: FCM 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>3D TLC Technologie</li> <li>4.8, 9.6 und 19.2TB native Kapazitäten</li> <li>2:1 inline HW Compression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SLC/QLC Technologie für Performance und Kosten</li> <li>4.8, 9.6, 19.2 und 38.4TB native Kapazitäten</li> <li>2:1 inline HW Compression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SLC/QLC Technologie wie FCM 2</li> <li>4.8, 9.6, 19.2 und 38.4TB native Kapazitäten</li> <li>3:1 HW Compression: 22, 29, 58 und 115 TB effektive Kapazität</li> <li>Verbesserter Durchsatz (PCIe G4): 2.25GB/sec auf 3.52GB/sec, 110k auf 183 Read IOPs</li> <li>für FS 5200, 7300 und 9500</li> </ul>

#### Die wichtigsten Funktionen und Nutzevorteile der FlashCore-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.
- **Datensicherheit:** IBM FlashCore-Module bieten Datenkomprimierung und FIPS 140-2-zertifizierte Verschlüsselung im Ruhezustand ohne Leistungseinbußen.
- **Advanced Flash Management:** Hardware und Software arbeiten optimal zusammen. Mehrfach im Chip-Stack implementierte RAID-Absicherungen wie Variable Stripe RAID stellen eine extreme Hochverfügbarkeit und Zuverlässigkeit sicher. Die Speicherchips in den Modulen sind RAID-gesichert. Außerdem können mehrere FlashCore-Module in einem RAID-Array betrieben werden.
- **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-Speicher sorgen mit ihrer einzigartigen Architektur für eine sehr hohe Leistung, Dichte und Zuverlässigkeit.



**IBM FlashCore Technologie – entwickelt für Performance und RAS**



- **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 Flash-Core-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 bietet IBM ein spezielles Wear Leveling-Verfahren, das die Lebenszeit der Flash-Zellen maximiert.

**2. NVMe Storage Class Memory (SCM)-Module: 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 den Kapazitäten 375 GB, 750 GB, 800 GB und 1600 GB verfügbar. Sie bieten auf Chip-Level Antwortzeiten im Nanosekunden-Bereich. In Verbindung mit EasyTier als Caching-Funktion wird das Gesamtsystem optimiert. Die Storage Class Memory-Module machen Latenzzeiten von wenigen µ-Sekunden möglich. Die SCM-Module sind neben den FlashCore-Modulen und NVMe-basierten SSDs in den FlashSystem-Modellen 5200, 7300 und 9500 frei konfigurierbar.

**Flash-Support für die IBM Flash-Systeme 5200, 7300 und 9500**

Types	Sizes				
	IBM FCM	4.8 TB	9.6 TB	19.2 TB	38.4 TB
SCM	375 GB	750 GB	800 GB	1.6 TB	
Industry Standard SSD NVMe	800 GB	1.92 TB	3.84 TB	7.68 TB	15.36 TB

**3. 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.

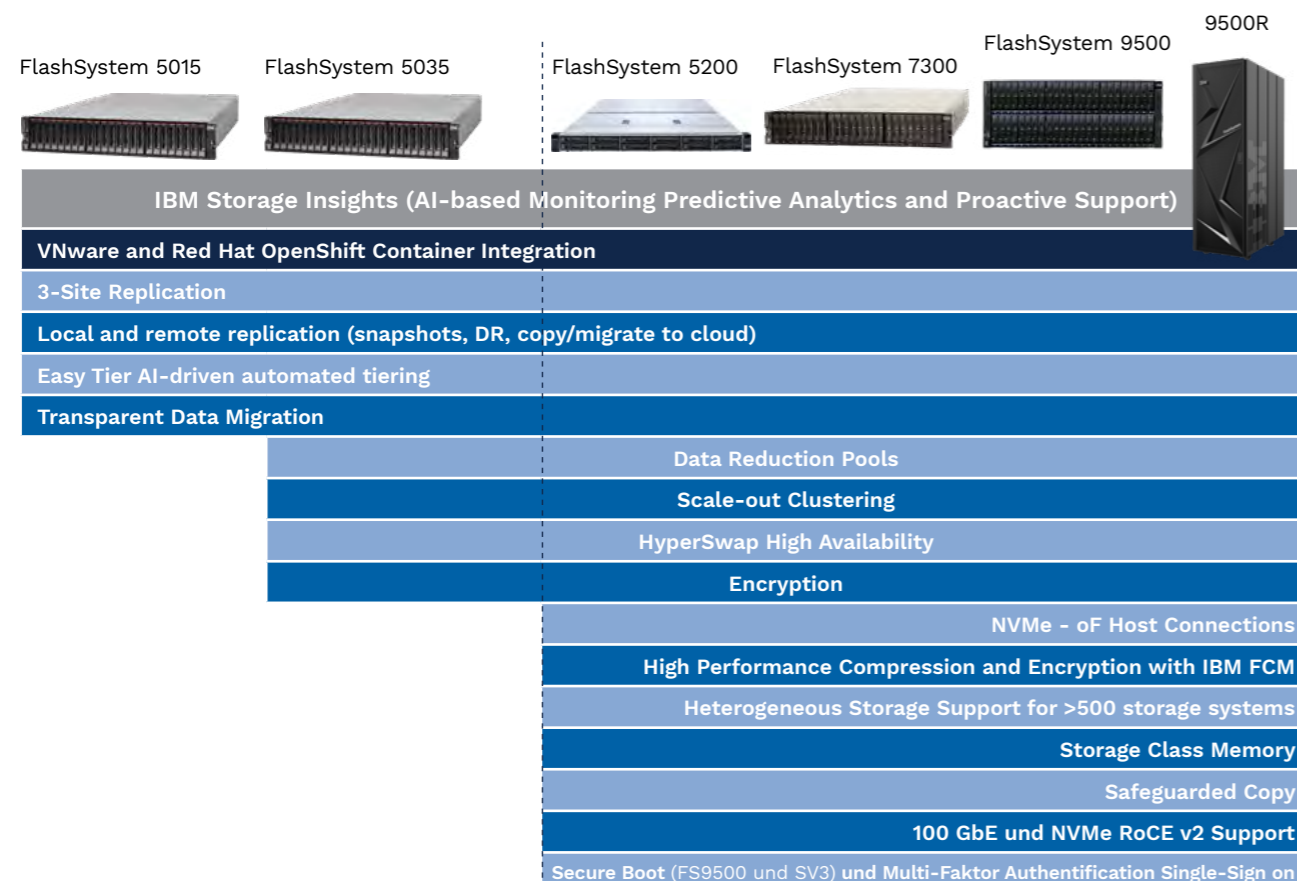
In IBM Spectrum Virtualize ist die EasyTier-Funktion bereits enthalten. Die Software stellt DRAID (Distributed RAID) mit dynamischer und unterbrechungsfreier Erweiterung sowie eine 3-Site-Replikation zur Verfügung. Spectrum Virtualize bietet eine große Zahl wichtiger Funktionalitäten, die in vollem Umfang für die Flash-Systeme 5200, 7300 und 9500 zur Verfügung stehen (siehe Grafik).

Spectrum Virtualize 8.5.0 bietet Unterstützung von 100 GbE und NVMe RoCE v2. Neben der Sicherheitsfunktionalität von Safeguarded Copy ist jetzt auch eine Multifaktor-Authentifizierungsfunktion enthalten. Das FlashSystem 9500 und der SAN Volume Controller SV3 nutzen zusätzlich Secure Boot und Root of Trust.

Spectrum Virtualize 8.5.0 ist ein LTS- (Long Term Support)-Release. Bereits installierte HW wird auf dieses LTS-Release aufgerüstet.

Weitere Überwachungs-Features sowie KI-basierte Warn-, Berichts- und Support-Funktionen erhalten FlashSystem-Betreiber mit IBM Storage Insights. Das Programm ist für jedes IBM FlashSystem kostenlos.

## Spectrum Virtualize 8.5.0 Funktionen und Funktionalitäten



### 4. IBM FlashSystem Cyber Vault und Safeguarded Copy

Mit der Funktionalität IBM Safeguarded Copy und dem IBM FlashSystem Cyber Vault Framework wird ein hoher Schutz vor Ransomware-Angriffen und anderen Cyberattacken wie Trojanern, Lauschangriffen oder anderen externen und internen Angriffen zur Verfügung gestellt.

#### IBM Cyber Vault stellt die folgenden Funktionalitäten zur Verfügung:

1. Erzeugen von nicht veränderbaren Datenkopien
2. Proaktives Monitoring mit Warnhinweisen
3. Validieren und Testen der erzeugten Datenkopien
4. Schnelles Recovery

### Herstellung nicht veränderbarer Datenkopien mit Safeguarded Copy

Diese Softwarefunktion, die ab dem Release IBM Spectrum Virtualize 8.4.2 kostenlos für alle NVMe-basierten Flash-Systeme zur Verfügung steht, 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 schlimmen Folgen von Cyberkriminalität vorzubeugen, ist es sinnvoll, Safeguarded Copy periodisch aufzusetzen, damit zum Beispiel alle zwei bis drei Stunden entsprechende Flash-Kopien erzeugt werden. 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. SGC ermöglicht die Festlegung der zeitlichen Intervalle, in denen die Kopien erzeugt werden sollen. Zudem kann bestimmt werden, wie lange diese aufbewahrt werden.

Bei einem Recovery-Prozess dauert das Zurückspringen von einem Sicherheitsstand auf den vorherigen und die Suche nach dem letzten „sauberen“ Datenbestand häufig sehr lange. Dieser Zeitverlust wird durch IBM Safeguarded Copy und IBM FlashSystem Cyber Vault minimiert.

### Proaktives Monitoring mit Warnhinweisen

Wachsamkeit ist schon die halbe Miete. Deshalb ist eine proaktive Überwachung der Produktionsumgebungen notwendig, um Cyberangriffe frühzeitig zu erkennen. Dies kann beispielsweise mit IBM QRadar, IBM Guardium, IBM Storage Insights und IBM Spectrum Control durchgeführt werden.

IBM Safeguarded Copy lässt sich vollständig in IBM Security QRadar integrieren. Dabei überwacht QRadar alle umgebungsrelevanten Aktivitäten und sucht nach Anzeichen von Angriffen. Im Verdachts- oder Angriffsfall startet QRadar proaktiv Safeguarded Copy, um eine geschützte Backup-Kopie sicherzustellen.

IBM Security Guardium entdeckt und klassifiziert automatisch sensible Daten und stellt ein Real-time-Monitoring sicher. IBM Storage Insights und IBM Spectrum Control überwachen den Flash-Speicher bezüglich des „normalen“ Verhaltens der I/O-Workloads und helfen so, Angriffe rasch zu entdecken.

### Validieren und Testen der erzeugten Datenkopien

IBM Cyber Vault wurde von IBM Lab Services entwickelt, für das Speichersystem DS8000 in einer Mainframe-Umgebung eingeführt und ergänzt nun Safeguarded Copy bei den Flash-Systemen. Dabei werden die Kopien regelmäßig auf ihren sauberen konsistenten Datenstand überprüft.

Cyber Vault ermöglicht ein Echtzeit-Monitoring und läuft neben der Produktion kontinuierlich in einer abgeschirmten Umgebung mit (Logical Partitions oder VMs), um die Point-In-Time-(PiT)-Snapshots zu überwachen. Mithilfe standardisierter Datenbank-Tools und anderer Software überprüft Cyber Vault die Safeguarded Copy-Snapshots auf Beschädigungen. Dadurch kann im Angriffsfall ohne Zeitverlust entschieden werden, welche Snapshots sich für die Wiederherstellung eignen.

### Sehr schnelles Recovery

Da sich die SGC-Snapshots auf demselben Flash-System-Speicher befinden wie die Betriebsdaten, ist die Wiederherstellung mit der gleichen Technologie möglich. Die Wiederherstellungszeit wird damit von Wochen oder Tagen auf wenige Stunden verkürzt.

### 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. Daher sollten Unternehmen nie auf ein Tape-Backup verzichten: Nur Kopien auf einem getrennten physischen Datenträger bieten ultimativen Schutz, falls nach einem großflächigen Cyberangriff sämtliche Online-Systeme zerstört sind.**

### 5. IBM FlashSystem 5015, 5035 und 5200: der Einstieg in die All-Flash- und Hybrid-Flash-Welt

**Mit den Flash-Systemen 5015, 5035 und 5200 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 5035 Flash Drive-Kapazitäten von 800 Gigabyte bis 30,72 Terabyte.** Mit den 30,72 TB SAS Flash Drives und den zugehörigen Expansions lässt sich das Modell 5015 bei einem Maximum von 392 Drives auf eine SSD-Kapazität von bis zu 12 Petabyte (PB) erweitern. Die Variante 5035 kommt bei einem Maximum von 504 Drives per System auf maximal 23 PB. Das FlashSystem 5035 lässt sich zudem in einem 2-Way Cluster betreiben. In dieser Konfiguration werden bis zu 1008 Drives und eine Kapazität von 32 PB unterstützt.

Beide Systeme bieten wahlweise 32 oder 64 GB Cache. Das FlashSystem 5015 ist mit einer 2-Core 2.2 GHz-CPU ausgestattet und kann bis zu 385 K IOPS verarbeiten. Das FlashSystem 5035 verfügt über eine 6-Core 2.1 GHz-CPU und erreicht bis zu 1.2 Millionen IOPS. Diese Performance kann sich sehen lassen!

### 6. IBM FlashSystem 5200: das kleinste NVMe-All-Flash Array im 1U-Gehäuse

**Dieser Performance-Booster findet überall Platz: Mit nur 1U Höhe ist das FlashSystem 5200 konkurrenzlos kompakt.**

Der nötige Raum findet sich in der Regel schon in vorhandenen 19-Zoll-Racks. Dadurch ergeben sich viele interessante Möglichkeiten, zumal das FlashSystem 5200 nur wenig Energie benötigt.



IBM FlashSystem 5200 mit nur 1U Bauhöhe

**Als Steuereinheit dient ein 2-Node-Controller mit 2.3 GHz-Prozessor mit jeweils 8 Cores und somit 16 Cores per System.** Die Konfiguration ist mit den Cache-Größen 64, 256 und 512 GB möglich. Bis zu vier Steuereinheiten können in einem 4-Way-Cluster betrieben werden. Die Leistungsfähigkeit per System liegt bei maximal 1.5 Millionen IOPS und 21 GB/s Durchsatz mit ca. 70 µs Latenzzeit. Im 4-Way-Cluster lässt sich die Leistung um den Faktor 3 bis 4 steigern.

Dank der 1U-Bauweise bietet die Steuereinheit Platz für 12 NVMe Flash-Drives. Betreiben lässt sich 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.

Mit SAS-Expansions lässt sich die Steuereinheit auf bis zu 748 Drives erweitern, in einem 4-Way-Cluster auf 2992 Drives. Die maximale Kapazität beträgt 32 Petabyte.

### 7. IBM FlashSystem 7300: NVMe-Storage der Midrange-Klasse

**Dieser Storage-Server mit End-to-End-NVMe- und hybriden Multi-Cloud-Funktionen für mittelgroße Firmen ersetzt das FlashSystem 7200.**

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

## 8. IBM FlashSystem 9500: Speicher-Performance auf höchstem Niveau

**Dieses All-Flash Array ist mit seiner Performance und Ausfallsicherheit im High-End-Bereich einzigartig. Es löst das FlashSystem 9200 ab.**

Das IBM FlashSystem 9500 liefert doppelt so viel Leistung, Konnektivität und Kapazität wie das Vorgängermodell und bietet bis zu 3 TB Cache Speicher (plus 100 Prozent!).

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. Betreiben lässt sich das FlashSystem 9500 mit FlashCore-Modulen der Generation 3 (die Vorgängergenerationen werden nicht unterstützt), 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 Top-System 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. Das FlashSystem 9500 unterstützt mit SAS Expansion Units Konfigurationen bis zu 232 Drives, in einer 2-Cluster-Konfiguration maximal 464 Drives.

Für die Datensicherheit bietet das Flash-Flaggschiff neben einer 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 FlashSystem 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 montierte, getestete und vollständig konfigurierte 9500-Variante. Zwei FS 9500-Modelle in einem Rack werden durch zwei Switches verbunden – mit bis zu 9 PB Kapazität, bis zu 6 TB Cache und maximal 96 FC Ports.**

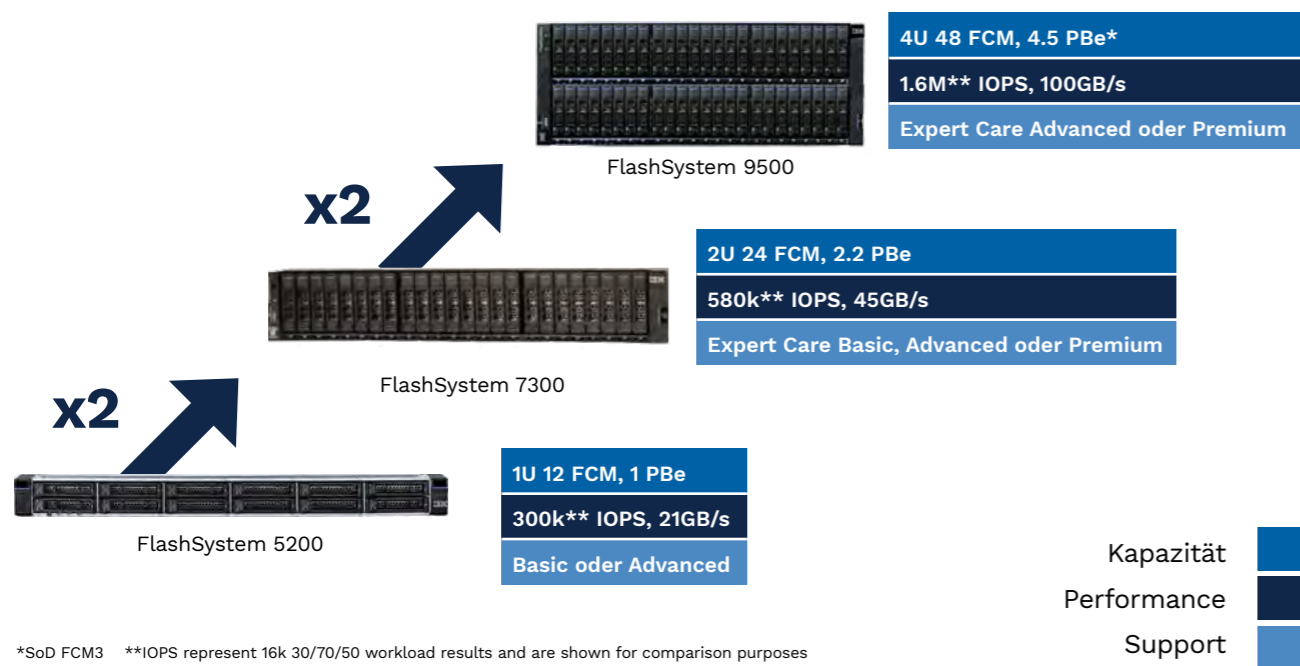
### 9. Kapazitäten, Leistung und Wartungsoptionen im Überblick

Kapazitäten, Leistungsaussagen und Wartungsoptionen der aktuellen NVMe-basierten IBM 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 neuen Modelle FlashSystem 7300 und 9500 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 er auch offiziell im Storage Performance Council (SPC) Verwendung findet.

Die Wartungsangebote „Basic“, „Advanced“ und „Premium“ unterscheiden sich in ihrem Leistungsspektrum. Die Serviceklasse und Laufzeit können vom Kunden frei gewählt werden.

#### IBM NVMe Flash Enterprise Storage



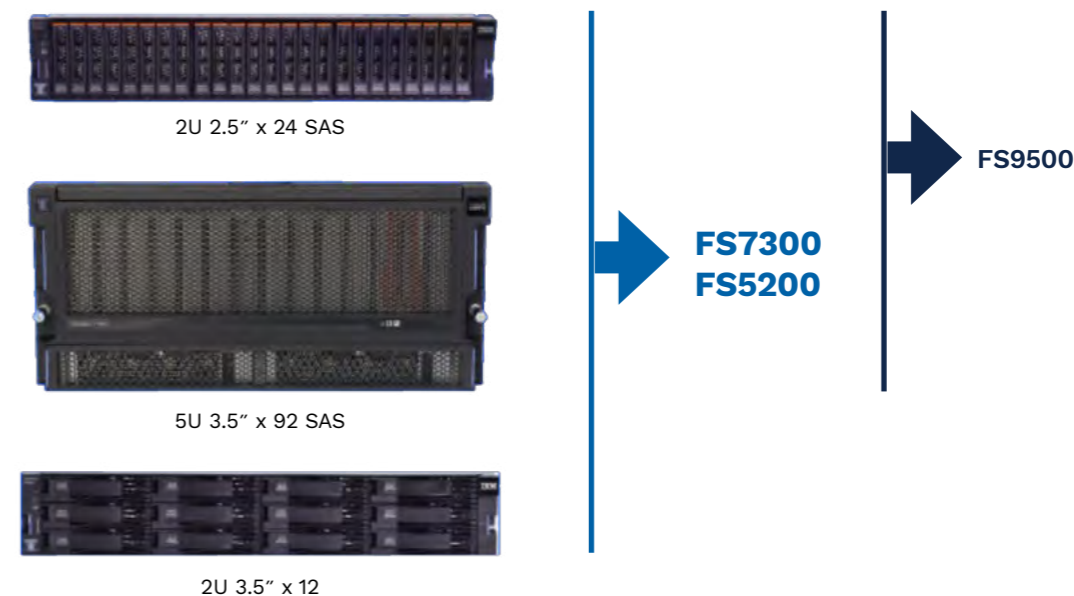
### 10. Hybride Konfigurationen mit Erweiterungseinheiten

Die IBM Flash-Systeme 5200, 7300 und 9500 unterstützen Expansion Units der unterschiedlichsten Bauweise und Bestückung.

Das High-End-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 5200 und 7300 unterstützen alle drei verfügbaren Expansions, also auch 12 x 3.5 Zoll in 2U, und können wahlweise mit SSDs oder HDDs ausgestattet werden.

#### IBM FlashSystem Expansion Units



# 04 Flash-Speicher- Einstieg: Fünf Handlungs- empfehlungen

IT-Entscheider, die ihre Infrastruktur fit für die Zukunft machen wollen, kommen an der Flash-Technologie nicht vorbei: Die fortschreitende Digitalisierung verlangt eine hohe Speicheragilität und -effizienz. Flash-Systeme sorgen nicht nur für eine massive Verbesserung der I/O-Zeiten, sondern auch für eine starke Beschleunigung anspruchsvoller Anwendungen und eine sehr hohe Datensicherheit.

Vor der Implementierung stellen sich aber einige Fragen: Wie finde ich die richtige Flash-Strategie? Was ist bei der Wahl des Flash-Systems zu beachten? Unsere Handlungsempfehlungen geben Ihnen die gewünschten Antworten.

- 01** → **Denken Sie strategisch:** Verschaffen Sie sich einen umfangreichen Überblick über Ihre Storage-Infrastruktur. 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. Erstellen Sie eine Nutzenanalyse und TCO-Kalkulation.
- 03** → **Treffen Sie eine Auswahl:** Suchen Sie einen erfahrenen IT-Dienstleister und entwickeln Sie mit seiner Unterstützung ein klares Anforderungsprofil. Dieses sollte die gewünschten Funktionalitäten und Services inklusive Priorisierung enthalten. Achten Sie darauf, dass der gewählte Partner Know-how im Flash-Umfeld besitzt. Bleiben Sie bei der Produktauswahl kritisch: Wo Flash beworben wird, ist keineswegs immer die aktuelle Flash-Technologie enthalten.
- 04** → **Testen Sie gründlich:** Vereinbaren Sie mit Ihrem IT-Partner ein Proof-of-Concept und ein erstes Prototyping. Lernen Sie aus den gesammelten Erfahrungen und passen Sie Ihre Flash-Installation entsprechend an.
- 05** → **Vertrauen Sie einem etablierten Hersteller:** IBM gehört zu den Vorreitern der Flash-Technologie. Mit der Flash-System-Familie setzt „Big Blue“ einen neuen Standard in puncto Preis-Leistungs-Verhältnis. Von kostengünstigen Einstiegsmodellen bis zu den besonders schnellen NVMe-All-Flash Arrays steht die passende Lösung für jede Unternehmensanforderung bereit.

## KONTAKT

### **Nick Notter**

BDM IBM Storage Solutions

Tech Data GmbH & Co. OHG

Gutenbergstraße 15

D-70771 Leinfelden-Echterdingen

Tel: +49 711 51881 240

E-Mail: [nick.notter@techdata.com](mailto:nick.notter@techdata.com)