



# Samsung Solid State Drive

White Paper





## Wieso SSDs so besonders sind.

### Einführung in die Technologie hinter Solid State Drives.

Solid State Drive (SSD)-Technologie hat eine Menge Aufmerksamkeit erhalten – und das aus triftigem Grund. SSDs repräsentieren den seit vielen Jahren deutlichsten Fortschritt in der Speichertechnik für Laufwerke, auf denen das Betriebssystem operiert („primary storage“ genannt). Der Umstieg von einer Festplatte auf eine SSD bringt nämlich nicht einfach nur eine Leistungssteigerung. SSDs verändern die Selbstverständlichkeit beim Umgang mit PCs oder Notebooks, denn sie ermöglichen zigtausende, zufällige Zugriffe pro Sekunde und sprichwörtliches Multitasking mit nahezu beliebig vielen Anwendungen und Diensten. Gleichzeitig sind SSDs bestechend robust und zuverlässig. Wir betrachten auf den folgenden Seiten einige der Details, die SSDs so besonders machen – und wieso der Umstieg auf eine SSD ein wichtiges Upgrade für Sie sein kann.

- 03 | Wieso SSDs so besonders sind
- 08 | Systemvoraussetzungen für SSDs
- 14 | Grundlagen zu NAND-Flash
- 20 | SSD-Exkurs: Ein Blick unter die Haube
- 24 | Over-Provisioning zur Maximierung von SSD-Performance und Lebensdauer
- 27 | Schutz Ihrer Privatsphäre: Grundlagen zu Sicherheit und Verschlüsselung
- 29 | Kommunikation mit der SSD
- 31 | Benchmarking Utilities
- 36 | Wieso Integration zählt
- 38 | Der Samsung-Vorteil: Warum Sie eine Samsung SSD haben wollen
- 40 | Der Samsung-Vorteil: Samsung SSD für Unternehmen
- 42 | Samsung Data Migration Tool 4.0
- 44 | Samsung Magician Software
- 49 | Mitwirkende



## Ausgangspunkt: die konventionelle Festplatte.

Eine Festplatte (auch HDD bzw. Hard Disk Drive genannt) arbeitet auf dem Prinzip, dass mechanische Schreib-/Leseköpfe über rotierenden Magnetscheiben ausgerichtet werden. Von innen sehen Festplatten aus wie Hightech-Plattenspieler mit mehreren Platten. Kopfbewegungen über große Strecken der Scheiben, z. B. von ganz innen nach ganz außen, benötigen relativ viel Zeit. SSDs besitzen dagegen keine beweglichen Teile, sodass alle Speicherzellen mit der gleichen Geschwindigkeit angesprochen werden können. Diese Eigenschaft ist der Dreh- und Angelpunkt der Vorteile, die die folgenden Seiten beschreiben.

## Zugriffs- und Wartezeiten.

Einer der Hauptgründe für die Performance-Überlegenheit der SSD gegenüber einer HDD liegt im sehr schnellen Datenzugriff, also der möglichst kurzen Zeitspanne zwischen einer angeforderten Operation und der Beendigung des eigentlichen Lese- oder Schreibvorgangs.

Moderne SSDs erzielen Zugriffszeiten für zufällige Operationen im Bereich von 0,1 ms, während 2,5"-Festplatten, wie sie beispielsweise in Notebooks häufig verwendet werden, im Schnitt zumindest 10–12 ms benötigen. Wie die untenstehende Tabelle zeigt, sind SSDs im Vergleich zu Festplatten beim Datenzugriff über 100 Mal schneller. Das beinhaltet Such- und Wartezeiten. Noch dazu „leiden“ Festplatten am Effekt, dass Daten in viele Stücke verteilt abgelegt sein können – man spricht hier von Fragmentierung. Eine häufige

Neupositionierung der Köpfe ist notwendig, um alle Fragmente einer Datei einzusammeln. Und so gut wie immer fallen Wartezeiten an: Reaktionszeit der Motoren, Neupositionierung der Arme mit den Schreib-/Leseköpfen und schließlich oft noch Wartezeiten, bis die Scheiben so weit rotieren, dass die benötigte Stelle unter den Köpfen „vorbeirauscht“. SSDs basieren auf Halbleitern bzw. auf Mikrochips und können jede Speicherstelle in gleicher, hoher Geschwindigkeit ansprechen.

Beleuchten wir die Leistungsunterschiede mit einer Analogie. Stellen Sie sich vor, Sie wollen einen Kuchen backen und müssen alle Zutaten in der Küche zusammensuchen. Mehl finden Sie im Schrank, Eier und Milch im Kühlschrank, aber der Zucker ist noch bei den Einkäufen im Auto, also weit weg. Da Sie die Zutaten physisch zusammentragen müssen, vergeht eine ganze Menge Zeit. Stellen Sie sich nun vor, dass alle Zutaten für Sie immer in direkter Reichweite wären, sodass Sie nie einen Schritt gehen müssten. Wieviel Zeit würden Sie sparen? Was würde das bedeuten, wenn dies nicht nur auf das Kuchenbacken, sondern auf alle Koch- und Backtätigkeiten zuträfe? Die Zeitersparnis wäre erheblich. Und das Resultat? Ihr PC oder Notebook wurde gerade erheblich reaktionsschneller!

Trägheit und Wartezeiten sind in der Praxis tatsächlich besonders wichtig, denn das Vermeiden von Verzögerungen für den Anwender sorgt am Ende dafür, wie flüssig sich die Arbeit am PC oder Notebook gestaltet. Das hat am Ende nicht nur mit nackten Zahlen hinsichtlich Wartezeit zu tun, sondern auch mit der Stimmung und Freude beim Interagieren mit dem System aufgrund kürzerer Wartezeiten.

Vergleichskategorie	840 SSD (500 GB)	2.5" SATA HDD (500 GB, 7.200 U/Min)	Unterschied (Faktor) SSD gegenüber HDD
Speichermedium	NAND-FLASH	Rotierende, magnetische Scheiben	
Sequenzielle Transferrate (Lesend/schreibend)	540 MB/s, 330 MB/s	max. 160 MB/s, max. 160 MB/s	Bis zu 3-fach (Lesend)/2-fach (Schreibend); in der Praxis teilweise mehr
I/O-Operationen pro Sekunde (4 KB IOPS, lesend/schreibend)	98.000/70.000	450/400	217x/175x
Mittlere Zugriffszeit (ms)	0,1 ms	10–12 ms	100x–120x
Benchmark-Test PCMark Vantage	78.700 Punkte	5.600 Punkte	14x
Leistungsaufnahme (Betrieb)	0,127 W	1,75 W	13x weniger
Leistungsaufnahme (Untätigkeit/idle)	0,046 W	0,8 W	17x weniger
Vibration	20 G (10–2.000 Hz)	0,5 G (22–350 Hz)	40x robuster
Shock (Betrieb)	1.500 G/0,5 ms	350 G/2,0 ms	4x robuster
Zuverlässigkeit (MTBF*)	1,5 Millionen Stunden	700.000 Stunden	2x zuverlässiger

\*HDD-Performance variiert je nach Hersteller und Modell. Die angegebenen Werte dienen Vergleichszwecken.

## Performance.

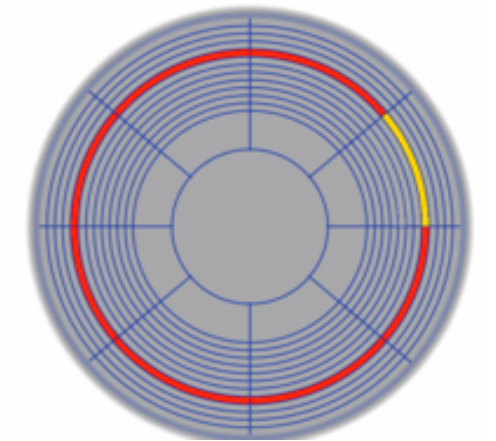
Multi-Tasker und Geschwindigkeits-Freunde aufgepasst: Die beschriebenen, sehr kurzen Zugriffszeiten tragen direkt zu hoher Leistungsfähigkeit eines Systems unter hohen Arbeitslasten bei. Die Fähigkeit, jeden Speicherbereich nahezu ohne Wartezeiten ansprechen zu können bedeutet, dass zahlreiche Anwendungen ohne Verzögerungen gleichzeitig aktiv sein können. Anwender mit SSDs erleben darüber hinaus auch spürbare Verbesserungen gegenüber HDDs bei der Startzeit oder dem Herunterfahren des Systems, bei der Ladezeit für Anwendungen, Internet-Browsern, dem Installieren von Anwendungen oder dem Kopieren von Dateien. Lange Einblendungen der Sanduhr unter Windows oder anderer Wartesymbole werden für auf das Laufwerk bezogene Aktivitäten die Ausnahme. Auch das Öffnen und Schließen von Notebook-Displays und der damit verbundenen Betriebssystemfunktionen „Strom sparen“ (bzw. „sleep“ und „wake“) oder „Standby“, funktionieren nun praktisch ohne ermüdende Wartezeiten, die Einen schon einmal diese Funktionen an sich in Frage stellen lassen.

Diese Leistungsvorteile sind Ergebnisse der hohen Performance beim sequenziellen und beim zufälligen Lesen oder Schreiben moderner SSDs. Schnelle sequenzielle Transferraten ermöglichen das schnelle Kopieren und die flüssige Handhabung großer Dateien wie z. B. Videos. Allerdings ist die wichtigste Kennzahl für die Bewertung der Alltags-Performance und der schnellen Reaktionsfähigkeit die Leistungsfähigkeit beim Lesen oder Schreiben zufälliger, kleiner Blöcke – man spricht von Input/Output-Operationen pro Sekunde, I/Os pro Sekunde oder IOPS. Ein erheblicher Anteil aller Zugriffe besteht aus 4 KB großen Operationen; lesend oder schreibend. Damit beschreibt man, wie schnell ein Laufwerk kleine Datenmengen verarbeiten kann. Dies trifft oft zu, da die Einheiten im Arbeitsspeicher oder im Dateisystem NTFS (Windows) 4 KB groß sind. Auch eine kurze Änderung eines Word-Dokuments, das Sie am Ende speichern, löst womöglich genau solch eine zufällige, 4 KB umfassende Schreiboperation aus.

Anwender verbringen die wenigste Zeit damit, große Anwendungen zu installieren oder riesige Dateien zu kopieren. Multitasking und die Arbeit mit vielen kleinen Dateien bestimmen stattdessen den Alltag (E-Mail, Web-Browsing, Musik hören, etc). Eine SSD kann im Alltag bis zu 200 Mal mehr I/O-Operationen pro Sekunden bearbeiten als Festplatten, wobei die Unterschiede von den verglichenen Laufwerken abhängen. Aus diesem Grund legt Samsung großen Wert auf die Fähigkeit, möglichst viele IOPS bearbeiten zu können. Die Modelle der 840 Familie erreichen bis zu 100.000 IOPS. Dabei handelt es sich um Performance für den Alltag, die Sie schnell zu schätzen lernen werden, und die einen signifikanten Sprung bei der Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit vieler Systeme darstellt.

### Performance: Reproduzierbarkeit und Konsistenz

SSDs liefern typischerweise ihre Performance reproduzierbar und konsistent – ganz egal, wieviele Daten sie speichern. Festplatten können dagegen bis zu 50 % langsamer arbeiten wenn sie eine Menge stark fragmentierter Daten speichern. Das ist auch ein Ergebnis der Physik, denn wenn eine Festplatte mit vielen Daten beschrieben wird, beginnt diese auf den äußeren Bereichen der Speicherscheiben. Absolut gesehen rotieren diese Bereiche schneller als die Bereiche Richtung Mittelpunkt der Scheiben. Sequenzielle Datentransferraten sind bei fast leeren Festplatten sehr hoch und sinken mit steigender Nutzung des Speicherbereiches. Die inneren Sektoren speichern pro so genannter Spur aufgrund der geringeren Länge auch weniger Bits – mehr Spurwechsel und mehr Neupositionierung der Schreib-/Leseköpfe wird notwendig. Die Fragmentierung von Daten, ausgelöst durch Löschung einzelner Dateien und dem Beschreiben der freien Speicherstellen durch Dateien, die mehr Speicherplatz benötigen, verstärkt diesen Effekt.



Wenn eine Festplatte 160 MB/s sequenzielle Transferrate erreichen soll, so tut sie dies nur auf den äußeren Bereichen der rotierenden Scheiben. Da die Scheiben mit gleichbleibender Geschwindigkeit rotieren, ist die absolute Rotationsgeschwindigkeit auf den inneren Scheiben geringer – die Transferrate fällt hier auf 70–80 MB/s.



## Haltbarkeit.

Mechanische Erschütterungen enden für Plattenspieler oder CD-Player mit einem „Springen“ bei der Wiedergabe. Im Vergleich zu einem MP3-Player erscheinen die beiden genannten Disc-Medien eher anfällig. Wann immer mechanische Komponenten involviert sind, ergibt sich das Risiko mechanischer Einflüsse oder Beschädigungen. Und wann immer mechanische Belastung im Spiel ist, nutzen die betroffenen Komponenten im Laufe der Zeit ab. Eine SSD kann bis zu 40 Mal mehr Vibration als eine Festplatte widerstehen (20 G statt 0,5 G bzw. Stöße mit 1.500 G gegenüber 350 G bei Festplatten). Ihre Daten werden Stöße und Erschütterungen auf SSDs damit meist besser überstehen. Das bedeutet auch, dass eine SSD ein Video während eines unruhigen Fluges oder einer PKW-Fahrt über schlechte Straßen zuverlässig wiedergeben kann, ohne dass Bilder übersprungen werden. Ihr Notebook wurde durch die SSD gerade eben robuster gegenüber Stößen und Vibration!

## Zuverlässigkeit.

Wer sich noch an die gute, alte Musikkassette erinnert, weiß, wie schnell diese reißen konnte und wie aufwändig es war, das gewünschte Stück durch mühsames Spulen ausfindig zu machen. Die CD war hinsichtlich Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit ein deutlicher Fortschritt.

Ähnliches geschieht beim Vergleich zwischen HDD und SSD. Die bei SSDs nicht vorhandenen mechanischen Bauteile bedeuten, dass aus diesem Grund kein Ausfall stattfinden kann. Samsung SSDs sind im MTBF-Verfahren (Mean Time Between Failures) auf 1,5 Millionen Stunden spezifiziert und geprüft. Hochwertige 2,5“-Consumer-Festplatten erreichen dagegen üblicherweise 500.000 bis 700.000 Stunden. Samsung ist zudem stolz auf die vergleichsweise niedrigen Ausfallraten (AFR – Annual Failure Rate) seiner SSDs in der Industrie – strengen Qualitätskontrollen und voll automatischer Selektionsprozesse der Chips sei Dank.

Es kommen ausschließlich die hochwertigsten Wafer und daraus die besten NAND-Flash-Speicherchips für Samsung SSDs zum Einsatz. Schließlich werden dort Ihre wichtigsten Daten gespeichert. Die Qualitätssicherungsprozesse von Samsung wurden von führenden OEM-Herstellern weltweit bestätigt, denn jeder dieser Anbieter prüft die Qualität intern vor dem Serieneinsatz selbst nochmals.

## Effizienz.

Stellen Sie sich vor, dass Sie Dinge nur dann erledigen könnten, wenn Sie permanent an der Grenze Ihrer Leistungsfähigkeit arbeiten würden. So belastend ist das Leben einer Festplatte. Wenn eine HDD Daten lesen oder speichern soll, muss der Spindelmotor alle Speicherscheiben auf das Nenntempo beschleunigen und der Kamm mit allen Schreib-/Leseköpfen muss ständig neu positioniert werden – das ist ein vergleichsweise großer mechanischer Aufwand. Eine SSD aktiviert lediglich die Datenpfade zu den benötigten Speicherbereichen und braucht dabei sehr viel weniger Energie.

Die Samsung SSD 840 Familie zeigt im Betrieb eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von 0,127 W, während eine vergleichbare 2,5“-Festplatte mit 7.200 U/Min bei einem Schnitt von 1,75 W liegt. Zudem kehren SSDs aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit schneller wieder in einen Energie sparenden Modus zurück (idle). Hier liegt die 840 Serie bei 0,046 W gegenüber 0,8 W bei der Vergleichsfestplatte. Das wiederum führt zu spürbaren Verbesserungen bei der Akkulaufzeit moderner Notebooks. Ihr Notebook kann sich damit länger von der Steckdose verabschieden!

## SSD ist die wichtigste Systemkomponente.

Der Wechsel von Festplatte zur SSD macht Ihren PC oder Ihr Notebook spürbar schneller, robuster und zuverlässiger. Kein Upgrade einer anderen Komponente wird gleichzeitig so viele positive Effekte haben. Befreien Sie Ihr System von mechanischen Laufwerken und ändern Sie das Selbstverständnis, mit dem Sie mit ihrem beschleunigten System umgehen.



## Warum Samsung?

Samsung ist seit über sechs Jahren führend unter den SSD-Lieferanten für vorkonfigurierte Storage-Systeme weltweit und bietet sehr große SSD-Erfahrung sowie eine große Zuverlässigkeit. Samsung bekennt sich dazu, auch künftig SSD-Speichertechnologie voranzutreiben, und auch künftig PC-Systemen somit neues Leben einzuhauchen.



# Systemvoraussetzungen für SSDs.

## Grundlagen zur Serial ATA-Schnittstelle.

SATA steht für Serial ATA – dahinter verbirgt sich die Standard-Schnittstelle, über welche Festplatten und SSDs an PCs oder Notebooks betrieben werden. Über diesen genormten Anschluss laufen Funktionen wie Lese- oder Schreiboperationen sowie Kommandos auf Basis des AHCI-Standards, die für das Native Command Queuing (NCQ) zur Reorganisation von Kommandos, Hot-Swapping (das Tauschen von Laufwerken im eingeschalteten Systemzustand), Power Management oder RAID-Funktionalität. Letztere ermöglicht den gemeinsamen Betrieb mehrerer Laufwerke zum Zweck der Steigerung von Gesamtkapazität, Leistung oder Gesamtzuverlässigkeit.

SATA hat mit den Jahren viele Überarbeitungen erfahren, die jedes Mal Leistungsverbesserungen mit sich brachten. Die an einem PC oder Notebook verwendete SATA-Generation ist maßgeblich für die mögliche SSD-Leistung. Daher ist es wichtig, die Unterschiede zu kennen.

## SATA Revisionen.

Generation	Geschwindigkeit	Funktionen	Darstellung
SATA 1.0	1,5 GB/s (150 MB/s)		
SATA 2.0	3 GB/s (300 MB/s)	Native Command Queuing (NCQ)	
SATA 3.0	6 GB/s (600 MB/s)	Neues NCQ Management, verbessertes Power-Management, Support für neue Anschlüsse für moderne Formfaktoren, Queued TRIM	
SATA 3.1	6 GB/s (600 MB/s)	mSATA	
SATA 3.2	8 GB/s & 16 GB/s (800 MB/s & 1.600 MB/s)	SATA Express (nicht finalisiert)	

### SATA 1.0

Dieser Standard wurde 2003 eingeführt; bekannt wurde er als SATA I oder SATA 1,5 GB/s. Wie der Name erkennen lässt, erreicht die Datenverbindung hierbei in der Praxis gut 1,5 GB/s. Damit wurde die Bandbreite des Vorgängers UltraATA/133 (auch UltraDMA 133) mit seinen 133 MB/s bereits überschritten. Zusätzliche Funktionen wie Native Command Queuing gab es noch nicht.

### SATA 2.0

SATA 2.0 wurde auch SATA 3 GB/s genannt und stellte die zweite Generation der Schnittstelle dar. Die Einführung erfolgte 2004 und die Verbindungsgeschwindigkeit lag bei 300 MB/s. Zum ersten Mal wurde Native Command Queuing (NCQ) eingeführt. SATA 2.0 ist für Festplatten noch immer bestens geeignet, stößt bei den meisten Flash-Geräten (SSDs) jedoch schnell an seine Grenzen. Viele Systeme, die ab 2005 auf den Markt gebracht wurden, sind mit SATA 2.0 ausgestattet.

### SATA 3.0

Die Veröffentlichung von SATA 3.0 mit 6 GB/s im Jahr 2009 brachte eine Bandbreitenverdoppelung auf 600 MB/s inklusive NCQ-Management, Power-Management-Funktionen und Queued TRIM-Unterstützung. Damit können TRIM-Kommandos vom Betriebssystem zusammen mit I/O-Operationen in eine Warteschlange gereiht werden. SATA 3.0 unterstützt alle aktuellen Festplatten und ist auch für SSDs bestens geeignet. Allerdings ist die SSD-Technologie inzwischen schon deutlich weiter und lässt SATA 3.0 technisch hinter sich.

### mSATA

Dieser Standard basiert auf Elementen von SATA 3.1 und soll den kleiner werdenden Formfaktoren in Notebooks gerecht werden. Kleinere Laufwerke benötigen auch kleinere physische Stecker, was mit mSATA beantwortet wurde. Heute sind Notebooks mit mSATA noch eine Minderheit auf dem Markt. Die Transferraten entsprechen SATA 3.0.

### SATA Express

SATA Express wird voraussichtlich noch 2013 finalisiert sein und Dank der Nutzung von PCI Express als Schnittstelle die Geschwindigkeiten von SATA mit 6 GB/s hinter sich lassen. Je nach der Anzahl der genutzten PCI Express Lanes, werden die Geschwindigkeiten anfangs 8 oder 16 GB/s erreichen. Künftige Motherboards dürften Schnittstellen für SATA Express und traditionelle SATA-Geräte anbieten. SATA Express soll auch mit SATA 3.0 rückwärtskompatibel sein.

## Der Einfluss von SATA auf SSD-Performance.

### SATA Version

Die meisten SSDs auf dem Markt sind für SATA 6 GB/s (SATA 3.x) ausgelegt. Viele Anwender haben jedoch noch Systeme auf Basis eines älteren SATA-Standards. Da SATA jedoch rückwärtskompatibel ist, stellt dies kein Problem dar. Einschränkungen muss der Anwender jedoch bei der Bandbreite hinnehmen, denn selbst wenn eine SSD über 500 MB/s bietet, wird diese auf SATA mit 3 GB/s auf unter 300 MB/s begrenzt sein. Ein Upgrade eines solchen Systems mit einer SSD macht dennoch fast immer Sinn, denn I/O-Leistung ist in der Praxis von größerer Bedeutung als der Datendurchsatz. Man sollte die Spezifika der Schnittstelle kennen, um nicht enttäuscht zu sein, wenn die neue SSD nicht die anvisierten Datenraten liefert. Samsung ist sich bewusst, dass sehr viele Anwender noch Systeme mit SATA 2.0 einsetzen und diese dennoch erheblich von einer SSD profitieren. Beim Design der SSDs achtet Samsung deswegen darauf, dass diese auf allen SATA-Schnittstellen die größtmögliche Leistung bieten. So werden schnellere SSD-Modelle auf Basis der 840 Serie ältere Varianten der 830 oder 470 Serien auch auf älteren SATA-Schnittstellen übertreffen:

### Performance –Steigerung bei SATA 3 GB/s (470 Serie als Vergleichswert)

	Sequenzielle Leistung		Random I/Os (4 KB, QD 32)	
	Read	Write	Read	Write
<b>470 (256 GB)</b>	100 %	100 %	100 %	100 %
<b>830 (256 GB)</b>	+ 4 %	+ 0 %	+ 52 %	+ 95 %
<b>840 (250 GB)</b>	+ 8 %	- 2 %	+ 68 %	+ 179 %
<b>840 PRO (256 GB)</b>	+ 8 %	+ 6 %	+ 68 %	+ 179 %

Interne Testergebnisse. Sequenzielle Performance-Ergebnisse via CrystalDiskMark, random-Performance via Iometer 2010. Systemkonfiguration (SATA 3 GB/s & 6 GB/s): Windows 7 Ultimate x64 SP1; Intel Core i7-3770 3,4 GHz; 4 GB DDR3-Speicher, Intel 7-Series Chipsatz Z77.

Eine SSD der 840 Serie wird jede SSD auf Basis von SATA 3 GB/s am Markt bei gleichem System-Setup übertreffen. Somit ist die Investition in eine SSD der 840 Familie eine gute Wahl, da diese unmittelbar eine hervorragende Leistung ermöglicht und in einem System mit SATA 6 GB/s automatisch ihre volle Leistung entfalten kann. Laufwerke, die dagegen für ältere Schnittstellen spezifiziert wurden, können diese Leistung selten voll ausnutzen.

Eine Alternative wäre, einen zusätzlichen SATA-Controller für 6 GB/s-Tempo zu installieren. Erfahrungsgemäß arbeiten diese oft aber nicht so schnell wie die eingebauten Controller der Motherboard-Plattform. Es ergibt sich ein zusätzlicher Overhead, der Bandbreite frisst und oft sind solche Add-On-Steckkarten für SSDs nicht optimiert. Daher empfiehlt Samsung die integrierten SATA-Anschlüsse für die Verwendung der 840 Serie.

Das Auffinden eines SATA 3.0-Anschlusses (6 GB/s) ist relativ einfach; man muss lediglich auf Details achten. Die meisten aktuellen Systeme bieten SATA 3.0- sowie SATA 2.0-Anschlüsse. Diese befinden sich oft nebeneinander, sind aber in aller Regel farblich unterscheidbar. Eine Standardfarbe gibt es zwar nicht, aber die Anschlüsse sind fast immer brauchbar beschriftet. Auch ein Blick in Ihr Handbuch gibt Aufschluss.

## SATA-Fähigkeiten mit AHCI maximieren.

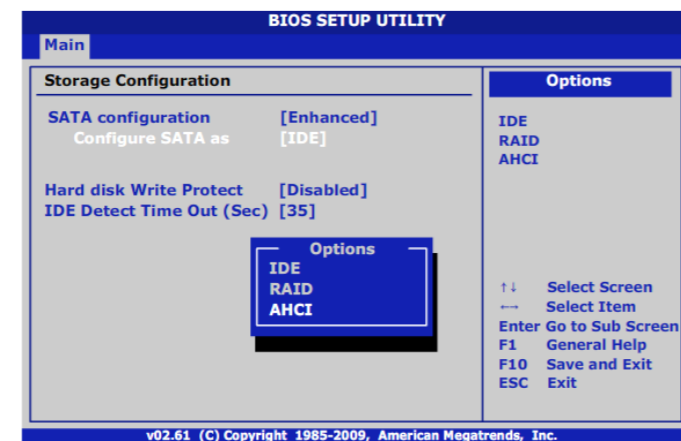
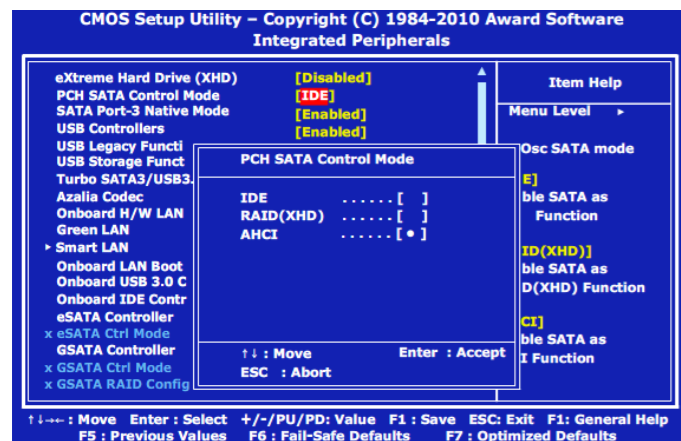
AHCI, das Advanced Host Controller Interface, ist eine offene Schnittstelle, die Intel maßgeblich vorangetrieben hat, um SATA-Features unterstützen zu können. Dazu gehören NCQ, Hot Plugging und Power Management. Im Grunde wird so die Gerätekommunikation zwischen Storage-Gerät und Host-System definiert. Software-Ingenieure können auf erweiterte Funktionalitäten zurückgreifen. Um diese zu aktivieren und die volle Leistungsfähigkeit zu erhalten, sollte AHCI im BIOS oder innerhalb der UEFI-Oberfläche immer eingeschaltet sein.

Wenn AHCI auf Ihrem System nicht korrekt konfiguriert sein sollte, wird die Leistungsfähigkeit durch die Beschränkung auf einfache Kommandos (QD1) vor allem in Multitasking-Szenarios stark eingeschränkt – Einbußen bei Random reads und writes um bis zu 80–90% sind möglich. Die aktuellen Versionen von Windows inklusive Windows 8, Windows 7 und Windows Vista unterstützen AHCI jedoch von Haus aus, sodass keine AHCI-Treiber von Hand installiert werden müssen. Einige ältere Systeme unterstützen möglicherweise AHCI trotz Vorhandensein einer SATA-3-Schnittstelle noch nicht. Die Samsung Magician Software hilft dabei, den AHCI-Status auf Ihrem System zu prüfen.

### Wie aktiviere ich AHCI?

Die meisten modernen PC-Systeme verwenden standardmäßig AHCI. Falls die Funktion nicht aktiviert sein sollte, können Sie dies meist im BIOS bzw. der UEFI-Oberfläche nachholen. Der Vorgang variiert zwar von System zu System etwas, doch die generell notwendigen Schritte sind ähnlich: Starten Sie Ihren PC oder Ihr Notebook und drücken Sie den Knopf, um ins BIOS-Menü bzw. auf die UEFI-Oberfläche zu gelangen. Dies ist in der Regel durch das Drücken der Tasten ENTF, F2 oder F10 möglich. Suchen Sie den Menüpunkt „Integrated Peripherals“ oder „Storage Configuration“ und ändern Sie dort den Punkt „Configure SATA as“ oder „PCH SATA Mode“ so, dass dort „AHCI“ ausgewählt ist. Falls Sie nicht weiterkommen, schauen Sie bitte in Ihr Handbuch oder befragen Sie einen Fachhändler.

Idealerweise sollte der AHCI-Modus aktiv sein bevor das Betriebssystem installiert wird. Auf neuen Systemen ist dies die Regel. Falls AHCI nachträglich eingeschaltet wird, können Stabilitätsprobleme auftreten: Windows XP bietet beispielsweise keine AHCI-Treiber, sodass der Anwender passende Treiber herunterladen und von Hand installieren muss. Chipsatz-Hersteller wie AMD, Intel oder NVIDIA bieten meist passende Treiber zum Download an. Bitte erkundigen Sie sich bei Ihrem Systemhersteller nach Details.



## Welche konkreten Vorteile bietet AHCI für Samsung SSDs?

### Stark verringerter Energiebedarf

AHCI ist notwendig, damit Samsung SSDs ihren geringen Energiebedarf realisieren können. Ohne AHCI kann die SSD nicht mit dem System kommunizieren, um Power-Management-Funktionen ausführen zu können. Grundsätzlich gibt es HIPM, Host-Initiated Power Management, wobei das System die SSD in den Ruhezustand schickt, oder DIPM, Device-Initiated Power Management, bei dem dies durch die SSD geschieht. Die SATA-Verbindung selbst benötigt eine beträchtliche Energiemenge und HIPM oder DIPM können hier den Energiebedarf senken, indem bei Inaktivität das System in den Sparmodus wechselt. Die 840, 840 EVO und 840 PRO Modelle der Samsung SSD-Familie verwenden DIPM häufig, um die Verbindung so effizient wie möglich zu realisieren. Zusammen mit dem geringen Energiebedarf der Komponenten, erreicht Samsung so eine sehr niedrige Leistungsaufnahme.

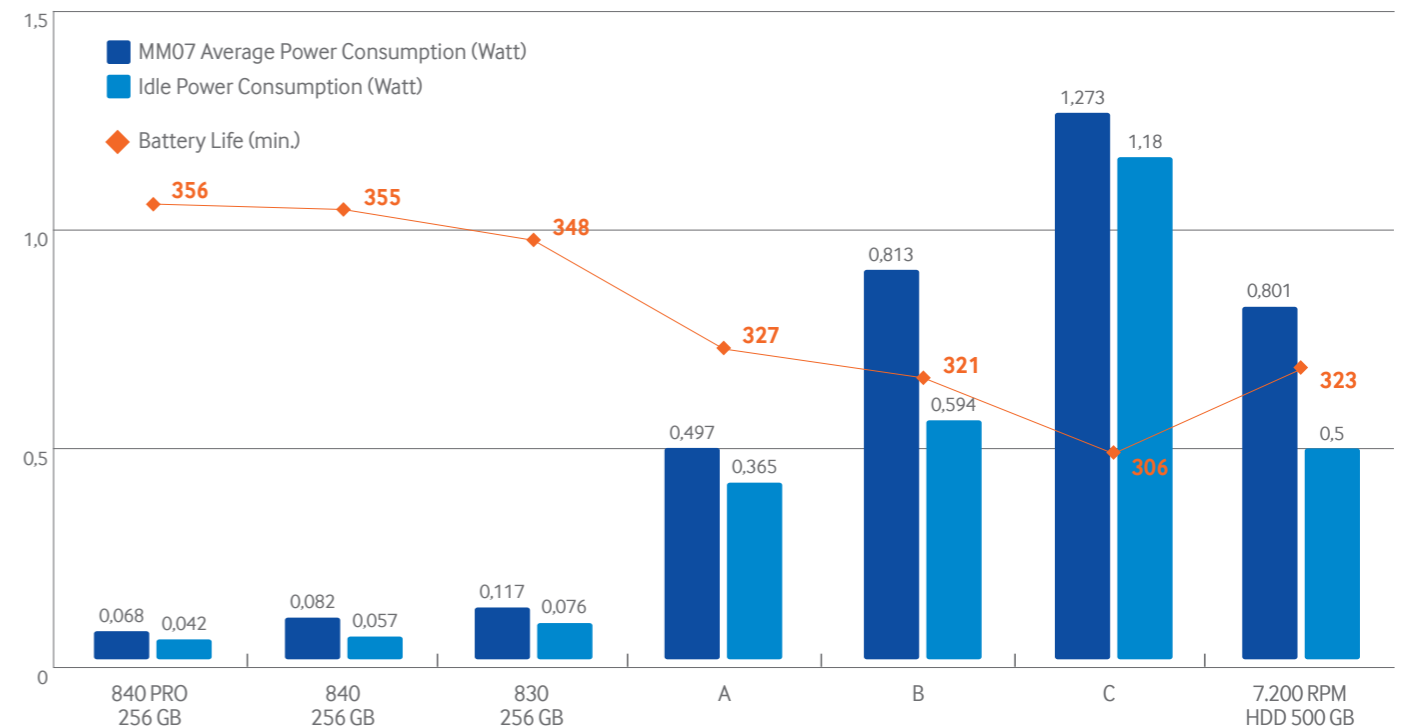
Ohne HIPM oder DIPM steigt der Energiebedarf dagegen deutlich an, wie die Grafik unten im Wert „C“ zeigt. In diesem Fall ist das AHCI Power-Management nicht aktiv. Bei Notebooks ist diese Funktion meist aktiv. Desktops, die nicht von Akkuenergie abhängen, operieren oft ohne die Funktion, um mögliche Performance-Reduktionen zu vermeiden.

### NCQ

AHCI beeinflusst auch die Fähigkeit, mit Samsung SSDs Kommando-Reihen von 32 offenen Kommandos via Native Command Queuing (NCQ mit QD32) aufzureihen und flexibel zu bearbeiten. SSDs sind aufgrund ihrer Performance kein Flaschenhals für moderne Systeme. NCQ hilft, Systemwartezeiten zu reduzieren, indem mehr Kommandos durch die SSD bearbeitet und gegebenenfalls umsortiert werden können. Damit entlastet die SSD das Hostsystem, reduziert Latenzzeiten und verbessert die Gesamt-Performance.

### Hot-Plugging

Um ein Laufwerk bei laufendem System einzustecken oder vom System zu entfernen, ist Hot-Plugging-Funktionalität notwendig – auch dies läuft über AHCI. Dann muss das System nicht heruntergefahren bzw. neu gestartet werden. Sinnvoll ist dies für externe Laufwerke via eSATA oder in Multi-Drive-Systemen, in denen Laufwerks-Einschübe mit verschiedenen Wechselrahmen und somit mit wechselnden SSDs bestückt werden.



## Was, wenn mein System AHCI nicht unterstützt?

Wenn Ihr System AHCI nicht unterstützt oder die Funktion nicht korrekt aktiviert ist, so wird das System im „IDE Emulation-Mode“ arbeiten. Dieser Kompatibilitätsmodus emuliert die Funktionalität älterer ATA-Schnittstellen. Eine SSD wird dabei nicht die höchste Leistungsfähigkeit entwickeln, aber dennoch zuverlässig funktionieren.

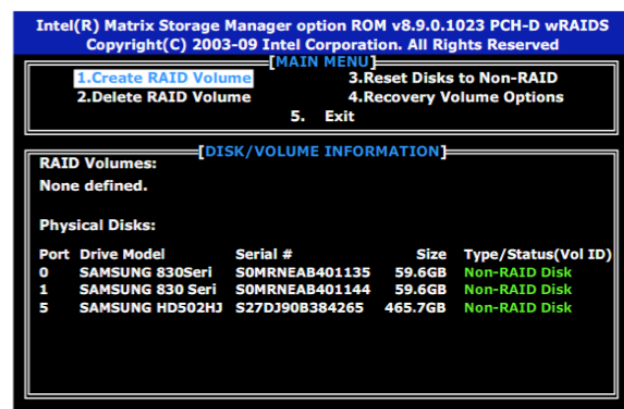
### AHCI Zusammenfassung

Die Aktivierung von AHCI ist sehr wichtig, damit ein Samsung SSD seine volle Leistungsfähigkeit entfalten kann. Wenn die Leistung niedriger ist als Sie es erwarten, so prüfen Sie bitte zuerst, ob AHCI aktiviert ist. Die Samsung Magician Software in der Version 4.0 oder neuer zeigt Ihnen, ob dieser Modus aktiviert ist. AHCI ermöglicht dann eine hervorragende Performance, einen niedrigen Energiebedarf und zusätzliche Komfortfunktionen.

## SATA Performance-Steigerung mit RAID.

Eine Möglichkeit, die SSD-Performance noch weiter zu steigern und die Grenzen von SATA 3.0 zu überschreiten, ist die Verwendung von zwei oder mehreren SSDs unter Einsatz von RAID-Technologie der SATA-Schnittstelle.

RAID steht für „Redundant Array of Independent/Inexpensive Disks“ und beschreibt eine technische Vorgehensweise, bei der zwei oder mehr Laufwerke als ein Storage-Volume verwendet werden. RAID kann zur Steigerung der Storage-Leistung eingesetzt werden, zur Steigerung der Zuverlässigkeit oder auch als Kombination beider Zwecke. Daten werden auf verschiedene Art und Weise über alle verfügbaren Laufwerke des RAID-Arrays verteilt. Die verwendete Technik nennt man RAID-Level. Am bekanntesten sind RAID 0 und RAID 1. Mit der Einführung der 7er-Chipsätze von Intel und den Intel Rapid Storage Technology-Treibern (IRST) der Version 11.0 oder neuer, unterstützt Intel SSDs inklusive TRIM-Kommando im RAID-0-Arrays. In der Vergangenheit führte das Fehlen von TRIM-Unterstützung häufig zur Unzufriedenheit, da die Performance-Zugewinne durch RAID-Technologie durch das Fehlen von TRIM teils wieder aufgelöst wurden. Nachdem nun RAID 0 mit TRIM voll unterstützt wird, macht es Sinn die Technologie anzuschauen.



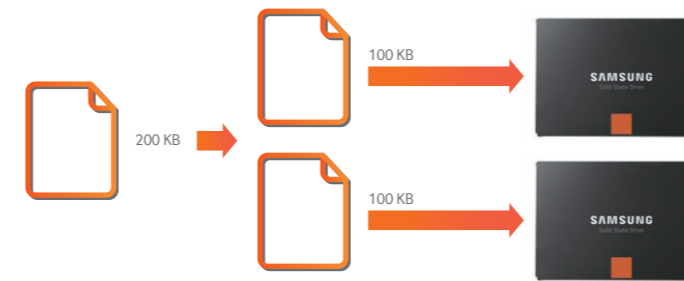
## RAID Level.

### RAID 0

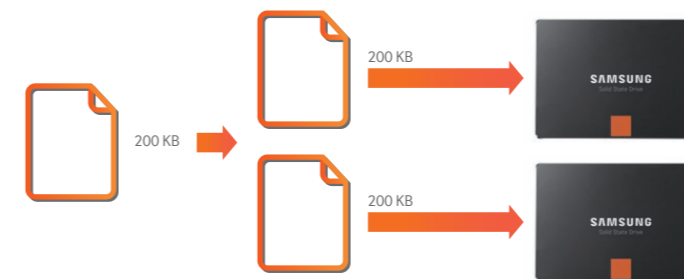
RAID 0 setzt mindestens zwei Laufwerke voraus und ermöglicht Tempo- wie auch Kapazitätssteigerungen. Dateien werden blockweise in so genannte Stripes zerlegt, die parallel auf alle vorhandenen Laufwerke abgelegt werden. Dies führt zu deutlichen Bandbreitensteigerungen, allerdings geht damit eine größere Defektanfälligkeit einher: Wenn nämlich nur ein Laufwerk ausfallen sollte, so ist der gesamte Datenbestand des RAID 0 zerstört. Mit jedem zusätzlichen Laufwerk steigt statistisch das Risiko eines Laufwerksausfalls.

### RAID 1

RAID 1 setzt ebenfalls mindestens zwei Laufwerke voraus und schreibt alle Daten auf identische Weise auf beide vorhandenen Laufwerke. Die Leistungsfähigkeit unterscheidet sich nicht von der Performance eines einzelnen Laufwerks. Der Zweck hierbei ist eine doppelte Datenspeicherung, denn das Array und Ihre Daten bleiben erhalten, wenn eines der beiden Laufwerke ausfallen sollte. Die Kapazität ist durch das Array-Mitgliedslaufwerk bestimmt, das die geringste Gesamtspeicherkapazität bietet. Ein wesentlicher Vorteil von RAID 1 ist die potenziell reduzierte Ausfallzeit von Systemen, denn ein Laufwerksausfall beeinträchtigt den Betrieb erst einmal nicht. RAID 1 sollte jedoch nicht als Ersatz für Datensicherungen gesehen werden, denn vor Datendiebstahl oder Manipulation schützt RAID 1 nicht.



RAID 0 – Parallelismus steigert die Gesamtleistung.



RAID 1 – Spiegelung von Daten steigert die Zuverlässigkeit.

## Wer sollte RAID verwenden?

Jeder Desktop-Anwender kann RAID auf modernen Systemen relativ einfach einsetzen. Allerdings wird nur eine kleine Menge an Anwendern die Vorteile wirklich zu schätzen wissen. Jeder RAID-Typ hat seine Vor- und Nachteile, die abgewogen werden müssen. RAID 0 ermöglicht sehr hohe Schreib- und Lesegeschwindigkeiten und ist ideal für Power-User, die viel mit großen Dateien arbeiten müssen, die oft bearbeitet werden. Ein Beispiel sind Grafikdesigner, die häufig sehr große Bilddateien in Adobe Photoshop bearbeiten oder Video-Bearbeitung mit Avid oder ähnlicher Software. Manchmal bringt RAID 0 auch für Gamer Vorteile. Aufgrund des höheren Ausfallrisikos ist RAID 0 für Mission-Critical-Anwendungen jedoch

ungeeignet und setzt grundsätzliche Ersatzsysteme oder systematische Backups voraus. RAID 1 schreibt Daten parallel auf zwei Laufwerke und erstellt somit immer eine identische Kopie. Das ist ideal für Mission-Critical-Anwendungen, wie etwa kleinerer Unternehmensserver, die möglichst nicht ausfallen sollten. Die Performance des RAID 1 ist dabei wie die Performance eines einzelnen Laufwerks. Wie bereits beschrieben, darf RAID 1 allerdings nie als Ersatz für ein Backup dienen, da z. B. das versehentliche Löschen von Daten ein mögliches Problem darstellt.

## Warum Samsung?

Samsung ist ein führender Anbieter von SSDs für vorkonfigurierte Systeme und qualifiziert seine Laufwerke auf einer großen Anzahl an Hardware-Konfigurationen, inklusive aktueller und alter SATA-Schnittstellen. Samsung SSDs sind darauf ausgelegt, gängige SATA-Implementierungen in der Performance zu übertreffen, sodass Samsung SSDs eine hervorragende Wahl für ein PC-Upgrade oder Notebook-Upgrade darstellen, ganz gleich, ob für ältere oder aktuelle Systeme.

# Grundlagen zu NAND-Flash.

## Die Technologie in SSDs erklärt.

Obwohl Speicherchips äußerlich gleich aussehen, gibt es bei NAND-Flash viele Unterschiede: SLC, MLC mit 2 Speicherbits pro Zelle, MLC mit 3 Speicherbits pro Zelle (auch TLC genannt), synchrone und asynchrone Chips, ONFI 1.0, ONFI 2.0, Toggle Mode 1.0, Toggle Mode 2.0. Der SSD-Markt wird allmählich unüberschaubar, daher ist eine gute Kaufentscheidung unter Einbeziehung einiger dieser technischen Details für NAND-Flash-Technologie unabdingbar.

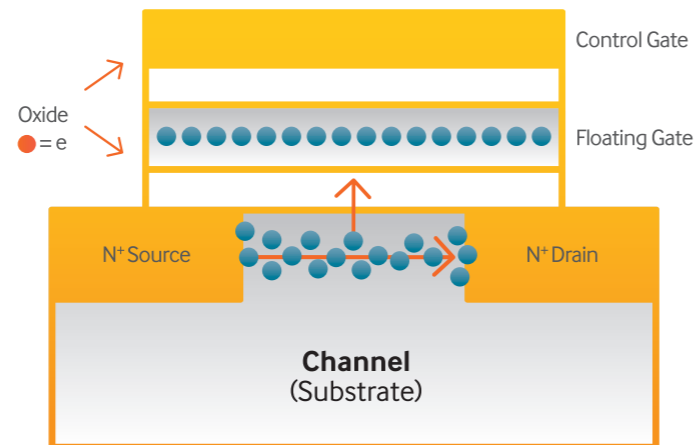
## Eine Einführung in NAND-Flash.

Flash-Speicher der NAND-Kategorie legt Daten in einem Feld bestehend aus vielen Speicherzellen ab, jede bestehend aus einem so genannten Floating Gate Transistor. Durch Oxidschichten getrennt sind zwei Steuerungselemente namens Gate, das Control Gate (oben) und das Floating Gate (unten). Elektronen bewegen sich zwischen dem Control Gate und dem Substrat-Kanal (Channel, unterer Bereich im Schaubild) sobald eine Spannung angelegt wird. Die Elektronen bewegen sich in die Richtung, in die Strom fließt. Um nun eine Speicherzelle zu programmieren, wird eine Spannung am Control Gate angelegt, sodass Elektronen im Schaubild nach oben wandern. Das Floating Gate ist elektrisch von einer Isolationsschicht umgeben, sodass Elektronen bei diesem Vorgang auf dem Weg zum Control Gate darin eingefangen werden. Unter normalen Umständen werden Elektronen darin über viele Jahre erhalten. Um eine Zelle wieder zu löschen, wird eine Spannung in die Gegenrichtung angelegt, sodass sich Elektronen vom Floating Gate Richtung Channel bewegen.

Um den Status einer Zelle zu prüfen, wird eine stärkere Spannung am Control Gate angelegt. Wenn das Floating Gate eine Ladung beinhaltet, also Elektronen vorhanden sind, ist die so genannte Grenzspannung anders. Das bedeutet, dass die Spannung bzw. das Signal aus dem Control Gate durch den Channel anders ausfällt als ohne Ladung im Floating Gate. Die genaue Strommenge, die notwendig ist, um die Spannung anzulegen und die Schaltung zu schließen, bestimmt den Ladezustand der Flash-Zelle.

Diese elektrische Aktivität sorgt allerdings dafür, dass sich die physische Struktur der Flash-Zelle über die Zeit abnutzt. Jede Zelle hat somit eine begrenzte Lebenszeit, die in einer bestimmten Anzahl an Program/Erase-Zyklen (P/E) angegeben wird. Diese Anzahl hängt von der Fertigungsstruktur sowie der Anzahl der pro Zelle gespeicherten Bits ab.

Die Komplexität von NAND-Speichern bedingt zudem zusätzliche Verwaltungsprozesse inklusive Bad Block Management, Wear Leveling, Garbage Collection (GC) und Error Correcting Code (ECC). Alle diese Elemente verwaltet die Firmware über den SSD-Controller.



## SLC, 2-Bit MLC, 3-Bit MLC NAND im Vergleich.

NAND-Technologie wurde mit Verfügbarwerden technischer Fortschritte und den Anforderungen des Marktes ständig weiterentwickelt. Einfach ausgedrückt speichert NAND-Flash eigentlich keine Daten, sondern Elektronenladungen. Der Unterschied zwischen den beiden gängigen Technologien SLC und MLC besteht in der Anzahl der pro Flash-Zelle speicherbaren Bits. Single Level Cell Flash legt ein Bit pro Zelle ab, Multi Level Cell Flash gleich mehrere. 2-Bit oder 3-Bit MLC NAND sind heute üblich.

### Vorteile von MLC NAND

Je mehr Bits pro Zelle gespeichert werden können, umso mehr Kapazität pro Fläche lässt sich realisieren. Das reduziert die Kosten und befeuert den Effekt namens „Bit growth“, der dafür verantwortlich ist, dass NAND-Flash-Technologie über die Jahre mehr Anwendungsszenarien erobert hat, da die Kapazität stark wachsen konnte. NAND-Flash wurde erst in externen Speichergeräten wie USB-Speichersticks eingesetzt – bei ursprünglich geringen Kapazitäten. Als die Technologie reifte, wurde NAND auch in Digitalkameras, MP3-Player, Mobiltelefonen und Smartphones eingesetzt. Nachdem der Einsatz in vielen Produktbereichen viel Erfahrung ermöglichte und NAND-Flash als Technologie bewährt war, wurden Speicherchips auch in Flash SSDs (Solid State Drives) für Consumer und Unternehmen eingesetzt. Die steigende Popularität ist ein direktes Ergebnis fortschrittlicher Halbleitertechnologie, bei der immer mehr Bits pro Fläche gespeichert werden. Die Kapazitäten stiegen von Megabytes zu Gigabytes, da Hersteller gewisse Bit-Speichermengen mit viel geringerem Kapitaleinsatz herstellen konnten. Ein sich erneuernder Zyklus aus Nachfrage und sinkenden Preisen hat den Herstellern geholfen, dass die Gesamtpreise bislang trotz steigender Kapazitäten immer sinken konnten.

### Grenzen von MLC NAND

Die Steigerung der Bits pro Zelle hat allerdings Grenzen, denn die Unterscheidung verschiedener Ladungszustände wird mit mehr Bits zunehmend aufwändiger, sodass Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Leistungsfähigkeit leiden. Die Unterscheidung, ob ein Ladungs-Container voll oder leer ist (ein Bit), ist viel einfacher als zu prüfen, ob er zu einem Viertel, zur Hälfte, zu drei Vierteln oder ganz voll ist (zwei Bits). Bei drei Bits ergeben sich 8 einzelne Zustände. Deswegen dauert es bis zu 4 Mal länger, um 3-Bit MLC zu beschreiben und bis zu 2,5 Mal länger, um 3-Bit MLC zu lesen (verglichen mit SLC NAND). Ein anderer Nebeneffekt ist die erhöhte Abnutzung mit mehr Bits pro Speicherzelle. Der Zustand einer Flash-Zelle wird durch die Menge der Elektronen im Floating Gate bestimmt. Die Oxidschichten, die Elektronen innerhalb des Floating Gates halten, nutzen sich mit jedem Program/Erase-Zyklus ab. Bei erhöhter Abnutzung gelangen Elektronen in die Oxidschichten und ändern somit die elektrischen Eigenschaften. In der Folge hat das ungewünschten Einfluss auf Schreib- und Löschoptionen, denn das Ergebnis kann verfälscht sein. Zudem könnten Elektronen bei geschwächten Oxidschichten aus dem Floating Gate entweichen und den Ladungszustand verändern, was die Datenintegrität gefährdet. Bei SLC ist das kein Problem, da zwei Zustände (Ladung oder keine Ladung) leicht erkannt werden können. Für 3-Bit MLC NAND stellt das jedoch Probleme dar, da hier acht Ladungszustände unterschieden werden müssen und wenig Raum für Programmier- oder Erkennungsfehler vorhanden ist. Tatsächlich machen wenige Elektronen den Unterschied, ob das 3-Bit-Muster 010 oder 011 erkannt wird. Bei kleinen Herstellungsstrukturen werden die Zelle und die Oxidschichten kleiner. Dünnere Oxidschichten nutzen sich schneller ab, was die Lebenserwartung von 3-Bit-MLC-Zellen schmälert.

Kosten gegenüber Kapazität	SLC	2-Bit MLC	3-Bit MLC
Kosten pro Gigabyte	hoch	mittel	gering
Externe Speichergeräte:			
USB Flash Drive*	1990er Jahre 4 MB und mehr	2003 und später 1 GB und mehr	2009 und später 2 GB und mehr
Speicherkarte*	2 MB und mehr	1 GB und mehr	?
Digitale Geräte:			
Digitalkamera	Mitte der 1990er 4 MB und mehr	2003 und später 128 MB und mehr	2011 und später 2 GB und mehr
MP3-Player	16 MB und mehr	512 MB und mehr	?
Smartphone	?	?	?
Client SSD (2,5")	2006 und später 32 GB und mehr	2008 und später 64 GB und mehr	2012 und später 120 GB und mehr
Enterprise SSD	2008 und später 50 GB und mehr	2012 und später 128 GB und mehr	ab 2013? ?

\* Weniger als 5% der Speicherkarten und USB-Flash-Laufwerke verwendeten 2012 SLC-Speicher.



**MLC NAND heute**

Viele Hersteller ergreifen erhebliche Gegenmaßnahmen, um die Grenzen von NAND-Speichern zu überwinden bzw. damit sinnvoll arbeiten zu können. So sorgen ausgefeilte Selektionsalgorithmen der Hersteller wie Samsung dafür, dass nur hochwertige NAND-Chips in den SSDs landen. Intelligenter Wear-Leveling-Code sorgt dann noch dafür, dass alle Zellen gleichmäßig verwendet und abgenutzt werden. Dies verhindert frühe Bitfehler und sorgt für hohe Performance. Gleichzeitig sorgt die Garbage Collection dafür, dass immer möglichst viele freie Speicherbereiche zur Verfügung stehen. Letzteres sichert hohe Schreib-Performance. Datenübertragungen werden zudem von modernen ECC-Verfahren (Error Correcting Code) gesichert, die Bitfehler aufgrund von Zellabnutzung sicher erkennen und korrigieren.

Am Ende kommt noch ein doppelter Boden hinzu: Over-Provisioning stellt sicher, dass nicht die gesamte Speicherkapazität eines Laufwerks zur Verfügung steht, sondern das Laufwerk einen Teil des Speicherplatzes als Reserve verwenden kann, um die eben genannten Funktionen bestmöglich durchzuführen. Diese Vorsichtsmaßnahme ist von vielen Herstellern voreingestellt; oft besteht aber die Möglichkeit, die Speichermenge für das Over-Provisioning auf Anwender-ebene zu wählen. Das ermöglicht erhöhte Performance unter hohen Arbeitslasten.

	SLC	2-Bit MLC	3-Bit MLC
Bits pro Speicherzelle	1	2	3
Performance	★★★★	★★★	★★
Lebensdauer	★★★★	★★★	★★
ECC-Komplexität	★★	★★★	★★★★

Der Trend hin zu größeren Speicherdichten hat zusätzlich einen positiven Nebeneffekt: Durch größere Kapazitäten pro Chip und kleineren Chips, können mehr Chips gleichzeitig eingesetzt werden und erlauben somit mehr Parallelisierung. Die Performance-Nachteile beim Schreiben von MLC gegenüber SLC werden somit effektiv ausgeglichen. Damit erklärt sich auch, wieso gleicher oder ähnlicher NAND-Flash-Speicher auf verschiedenen Geräten unterschiedliche Leistungsfähigkeit, Lebenserwartung oder Zuverlässigkeit zeigt. Am Ende ist dies immer eine Frage der Implementierung. Die zusätzlichen Kapazitäten sorgen dafür, dass SSD-Controller immer nicht genutzte Speicherbereiche als nicht-offizielles Over-Provisioning für die Datenorganisation heranziehen können.

Als Fazit lässt sich feststellen, dass die Fortschritte durch die SSD-Hersteller bei NAND-Technologie dazu geführt haben, dass diese Laufwerke heute bezahlbar, langlebig, schnell und zuverlässig arbeiten; und das für verschiedenste Anwendungszwecke mit hohen Anforderungen.

Heutige SSD-Controller minimieren Lebensdauerprobleme bei 2-Bit MLC und 3-Bit MLC NAND-Flash durch intensive Nutzung von ECC-Technologie.

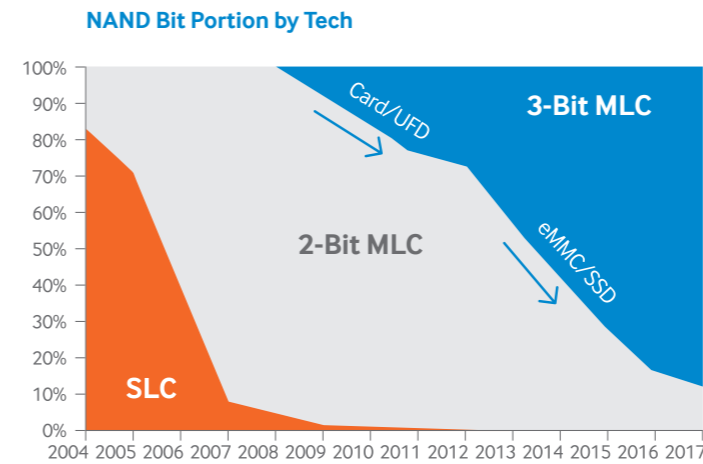
**Branchentrends**

Geschichte wiederholt sich im Halbleitergeschäft aufgrund der beschriebenen Eigenschaften der Branche oft. Die Bereiche IT und Consumer Electronics haben durch NAND-Technologie in den letzten Jahren erheblich profitiert. Dazu zählen MP3-Player, Smartphones, Speicherkarten, USB-Flash-Drives, Infotainment- und Navigationssysteme und andere. Vor allem die sinkenden Preise ermöglichen neue Produkte und neue Anwendungsmodelle. Nun ist es an der Zeit, Storage-Anwendungen im PC-Umfeld von der Festplatte hin zu SSDs zu überführen. Samsung ist überzeugt, dass der endgültige Durchbruch von SSD-Technologie im Massenmarkt durch 3-Bit MLC NAND-Technologie geschehen wird, da hier das Bit-Wachstum am stärksten ist (siehe Grafik).

Im Alltag ist es tatsächlich so, dass die Performance- und Lebensdauer-Charakteristika von 2-Bit MLC-Speichern die Anforderungen im PC-Alltag weit übertreffen. Es gibt nur wenige Anwendungen, die tatsächlich den teuren und robusten SLC-Speicher erfordern würden. Daher machen die Kompromisse zwischen Leistung, Langlebigkeit

und Kosten durch hohe Speicherdichten und 3-Bit MLC sehr viel Sinn. Es ist nämlich nicht notwendig und schlicht teuer, dass 2-Bit MLC-Speicher die Lebenserwartung der diese Speicher verwendenden Geräte bei weitem überschreitet. Im Gegenzug sind die Kostenvorteile durch 3-Bit MLC-Speicher signifikant und die Einschnitte bei der Lebenserwartung im Alltag nur in wenigen Einzelfällen ein Problem. Doch in diesem Fall lassen sich andere NAND-Produkte einsetzen.

Mit der 840 Serie war Samsung der erste Anbieter, der 3-Bit MLC NAND-Flash in einem SSD-Produkt im Massenmarkt eingesetzt hat. Möglich wurde das durch die vertikale Integration aller technisch relevanten Komponenten, denn Controller, Firmware, DRAM-Cache und nicht zuletzt der Flash-Speicher werden von Samsung entworfen und gefertigt. Wie bereits beschrieben, führen steigende Kapazitäten zu steigender Leistungsfähigkeit und ebnen somit auch den Weg für gute Langlebigkeit. 3-Bit MLC-Flash repräsentiert somit sehr wahrscheinlich die Revolution von PC- und Notebook-Laufwerken.



## Asynchroner und synchroner NAND-Speicher.

Im Herzen aller elektronischen Komponenten sitzt das Konzept eines steuernden Signals, das den Herzschlag aller Transistoraktivität bestimmt und alle Datenvorgänge abstimmbaar macht. NAND kennt dabei zwei Signaltypen, das RE-Signal (Read Events) und das WE-Signal (Write Events). Es wurde schnell notwendig, ein drittes Signal namens Strobe einzuführen, das heute in allen DDR NAND-Implementierungen vorkommt (double data rate NAND). Es hilft dem Controller, Daten bei hohen Taktraten zu lesen und zu schreiben. Nach dem RE- oder WE-Signal durch den Host beginnt Strobe und lässt sich am ehesten mit einer Stoppuhr vergleichen. Je nach aktueller Aufgabe übernimmt Strobe dabei verschiedene Funktionen.

Während eines Write Events wird es direkt vom Controller verwaltet. Im Fall von Read Events hat es lediglich eine unterstützende Rolle. Mit ONFI 2.0 wurde synchron arbeitende Logik zur ONFI NAND-Spezifikation hinzugefügt. Synchron arbeitende Geräte besitzen einen freien Takt, der ständig läuft solange der Strom dafür anliegt. Das lässt sich mit einer Wanduhr vergleichen, die immer – wortwörtlich – den Takt angibt. Dieser Takt wird als Referenz für Strobe verwendet. Moderne ONFI NAND-Implementierungen meiden jedoch die Nutzung des Referenztaktes und verlassen sich wieder auf Strobe. Jede Generation von Toggle-Mode NAND arbeitet auf diese asynchrone Art und Weise.



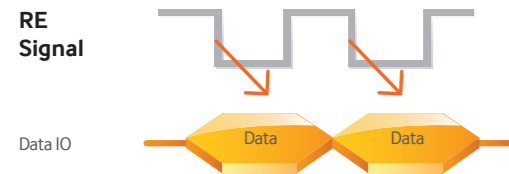
Asynchronous



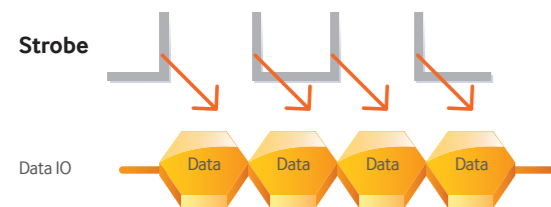
Synchronous

## NAND: traditionell versus DDR-Modus.

Die Verfügbarkeit von DDR NAND war ein Durchbruch hinsichtlich der möglichen Performance. Traditioneller NAND-Flash arbeitet im SDR-Modus (Single Data Rate). Hierbei werden Daten mit dem Steuersignal übertragen. NAND-Flash nach ONFI 1.0 von Samsung und Toshiba gehören zu dieser Kategorie. Das folgende Schaubild illustriert diesen Betriebsmodus:



Im Gegensatz dazu kann DDR NAND Daten auf beiden Flanken des Signals übertragen:



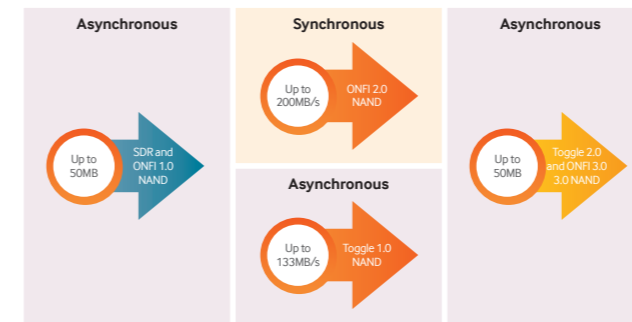
Dieses Konzept ist das gleiche wie beim DDR-Verfahren, dass bei DDR3-Hauptspeichertechnologie zum Einsatz kommt.

Toggle DDR NAND arbeitet genau nach diesem Verfahren. Strobe hat rhythmische Taktflankenanstiege und -abfälle und kann somit Daten während beiden Vorgängen übertragen. Das Resultat sind deutliche Geschwindigkeitssteigerungen verglichen mit SDR. Die verschiedenen Generationen von Toggle DDR und ONFI NAND unterscheiden sich durch die Arbeitsgeschwindigkeit von Strobe (oder des Taktes im Fall von synchronem ONFI NAND-Speicher) bzw. wie schnell ein Zyklus komplettiert werden kann.

## Toggle NAND und ONFI NAND.

Je nach Anbieter gibt es Unterschiede in der Implementierung. Samsung und Toshiba bieten Toggle NAND an, während sehr viele andere mit ONFI NAND arbeiten.

Jede NAND-Generation, ganz gleich ob Toggle oder ONFI, unterscheidet sich in den unterstützten Geschwindigkeiten. ONFI 1.0 und pre-Toggle NAND von Samsung oder Toshiba (beide asynchron) liefern bis zu 50 MB/s. ONFI 2.x (synchron) und Toggle 1.0 NAND (asynchron) erreichen schon 200 MB/s bzw. 133 MB/s. ONFI 3.0 sowie Toggle 2.0 (beide asynchron) liegen bei bis zu 400 MB/s. Die neuesten NAND-Generationen sind Toggle 2.0 bzw. ONFI 3.x.



Warum sollte man den einen oder anderen Standard wählen? Die aktuellsten ONFI NAND-Chips besitzen die notwendige Logik, um synchronen oder asynchronen Betrieb zu ermöglichen und sind damit flexibel. Toggle NAND war schon immer asynchron, wobei Toggle 2.0 verglichen mit ONFI NAND mit geringerer Komplexität und erhöhter Flexibilität für kleinere Chip-Größen daherkommt. Damit lassen sich neue Produktgenerationen schnell auf den Markt bringen. Nicht zuletzt sind Samsung und Toshiba zwei der wichtigsten Player im NAND-Segment, sodass der Großteil des Marktes deswegen mit Toggle NAND arbeitet.

### NAND-Typen und Performance

Wie beeinflussen Tempounterschiede der NAND-Generationen die Leistungsfähigkeit einer SSD? Und wie wirken sich diese im Alltag aus? In der Praxis spielt der Betriebsmodus – synchron oder asynchron – keine Rolle für die Leistungsfähigkeit einer SSD. Jedoch macht die NAND-Generation sehr wohl etwas aus (SDR und ONFI 1.0 oder Toggle 1.0/ONFI 2.0, etc.). Einfach nur auf synchronen oder asynchronen Betriebsmodus hinzuweisen ist schlicht nicht ausreichend.

## Warum Samsung?

Samsung ist seit über 20 Jahren führend im weltweiten Speichermarkt und besitzt sehr große Erfahrung bei der Fertigung von NAND-Flash. Samsungs Ansatz der vertikalen Integration bedeutet, dass alle technisch relevanten Komponenten im Haus entworfen, abgestimmt und gefertigt werden. Controller-Hersteller müssen ihre Lösungen darauf anpassen, um sowohl mit ONFI als auch mit Toggle NAND zu arbeiten, während sich Samsung ausschließlich auf Toggle NAND fokussiert und Komponenten bestmöglich mit dem eigenen Controller abstimmt. Das Resultat ist hohe Performance und hervorragende Zuverlässigkeit.





## SSD-Exkurs: Ein Blick unter die Haube.

Auf den ersten Blick erscheinen Solid State Drives (SSDs) vermeintlich simpel, doch die Flash-Speicherlaufwerke betreiben im alltäglichen Betrieb erheblichen Aufwand für die Datenorganisation. Damit die SSD nämlich langfristig schnell und zuverlässig funktioniert, leistet der SSD-Controller ständig komplexe Operationen und teils aufwändige Berechnungen, um Performance und Langlebigkeit zu optimieren. Um nun ein Verständnis dafür zu entwickeln, was im Hintergrund passiert und warum diverse Funktionen und Algorithmen so wichtig sind, muss man sich mit den Charakteristika von NAND-Flash-Speicher vertraut machen, denn die Speicherung von Daten auf Flash-Speicherchips ist aufwändiger als man gemeinhin vermutet.

### NAND-Flash schreiben und löschen.

Bevor wir die Betriebsalgorithmen eines SSD-Controllers betrachten können, ist ein grundlegendes Verständnis über die notwendigen Vorgehensweisen beim Lesen und Schreiben von NAND-Flash-Speicherchips notwendig. Die Speichereinheit auf einer SSD nennt sich Page. Deren Größe ist klar bestimmt und eine Page kann nur beschrieben werden, wenn diese physisch leer ist. Wenn nun eine Page bereits Daten enthält, so müssen diese Daten zuerst gelöscht werden (und im Zweifelsfall dann neu geschrieben werden). Das wäre an sich ein einfacher Vorgang. Jedoch werden Pages immer gruppenweise verwaltet und in so genannten Blöcken zusammengefasst organisiert. Daten können dabei auf Page-Ebene geschrieben werden, aber das zuvor notwendige Löschen vorhandener Daten ist ausschließlich in Blöcken möglich. Dies ist technisch bedingt und stellt eine Einschränkung beim Schreiben dar, die der SSD-Controller handhaben und berücksichtigen muss.

### Performance über die Zeit.

Wir wollen die beschriebenen Einschränkungen beim Schreiben von Daten anhand eines Beispiels beleuchten, in dem eine Page mit vorhandenen Daten neu beschrieben werden soll. Wenn die SSD eine bestehende, als löscher (invalid) gekennzeichnete Page neu verwenden wollte, so müsste der Inhalt temporär in eine leere Flash Page geschrieben werden, während der gesamte Block gelöscht wird. Anschließend kann die SSD alle gültigen Daten, alte wie neue, in die Ziel-Page schreiben. Hier wird klar, dass dieser Prozess kompliziert und zeitaufwändig ist. Aus diesem Grund vermeiden es SSD-Controller, Daten direkt zu „überschreiben“. An dieser Stelle kommt der Flash Translation Layer (FTL) zum Einsatz. Das ist ein Mechanismus, der bei der Koordination der Kommunikation zwischen NAND-Flash und dem Hostsystem übernimmt. Der FTL kümmert sich

um die Übersetzung vom logischen Daten-Mapping auf der SSD und dem physischen Mapping, das das Betriebssystem beispielsweise via LBA (Logical Block Addressing) durchführt. Was nämlich die SSD physisch auf Ebene der Pages tut, kann von der logischen Datenhaltung des Betriebssystems unabhängig sein. Damit kann der SSD-Controller vermeiden, dass unnötigerweise mehrfache Kopien von Daten angelegt und wieder gelöscht werden, denn er schreibt Daten in die nächste verfügbare Page und markiert obsoletere Daten als ungültig (invalid).

Es muss allerdings erwähnt werden, dass die beschriebene Technik die Schreibzugriffe nur verringert bzw. verzögert. Es ist jedoch unvermeidbar, dass eine SSD aufgrund vermehrter Schreibzugriffe irgendwann einmal variierende Performance zeigt.

Was passiert zum Beispiel, wenn die SSD fast voll beschrieben wird? Wenn kaum mehr freier Speicherplatz vorhanden ist, gibt es natürlich weniger freie Blöcke. Damit wird die SSD gezwungen, permanent gültige Daten (valid data) zu konsolidieren und freie Blöcke zur Verfügung zu stellen. Nur dann kann das Laufwerk eine hohe Performance sicherstellen. Dieser Vorgang, also das ständige Optimieren der Datenhaltung, benötigt Zeit und freien Speicherplatz. Das wird gegebenenfalls in Form von verminderter Performance sichtbar. Aus diesem Grund kommt eine Strategie namens Over-Provisioning zum Einsatz: Dabei wird eine bestimmte Menge an Speicherplatz speziell für die SSD reserviert und kann vom Anwender nicht genutzt werden. Das ist für die SSD von Bedeutung, um die so genannte Garbage Collection und andere Wartungsfunktionen immer durchführen zu können – dies ist wichtig zur Aufrechterhaltung der Maximalleistung einer SSD. Over-Provisioning ermöglicht es der Garbage Collection, Daten zu jeder Zeit sinnvoll konsolidieren zu können und so freie Blöcke zur Verfügung zu stellen.

## Garbage Collection.

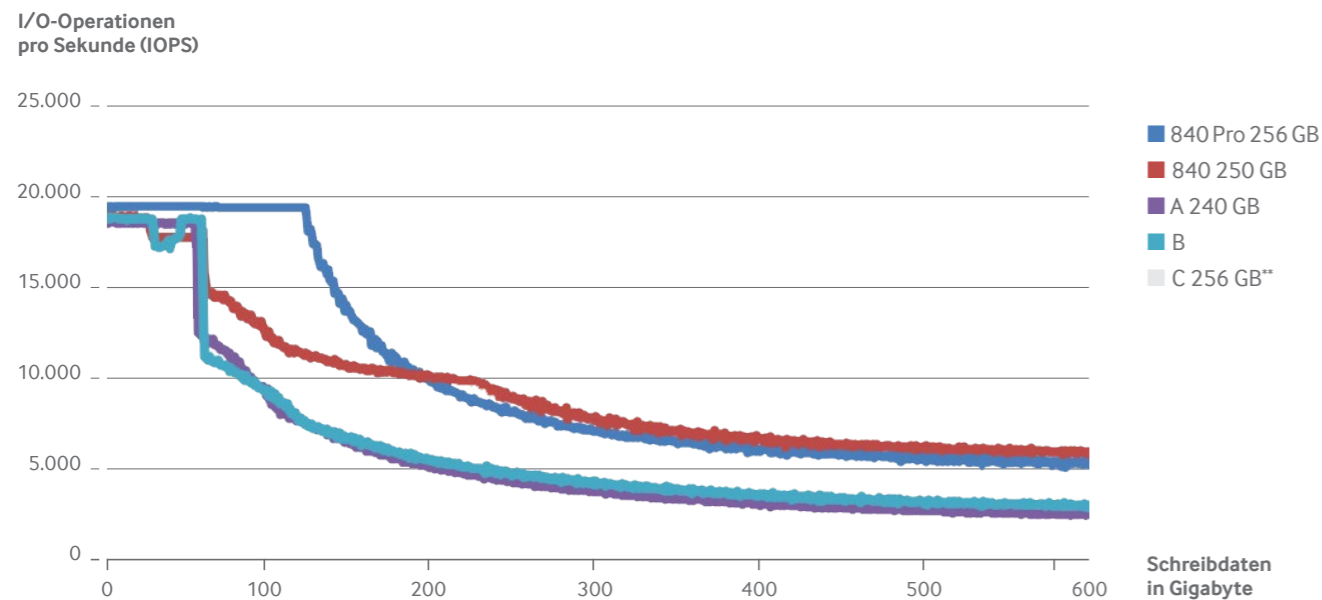
Bis hier ist klar, wieso eine SSD stets freie Blöcke zur Verfügung stellen muss. Die eben angerissene Garbage Collection (auf Deutsch: Müllsammlung) ist hier die wichtigste Funktion. Der Begriff ist ein wenig irreführend, da in der Tat gute, valide Daten gesammelt werden anstelle von „Müll“. Das Konzept ist jedoch recht einfach.

Aufgrund der weiter oben beschriebenen Charakteristika von NAND-Flash sind SSD-Controller sehr gründlich wenn es darum geht, valide Daten blockweise zu reorganisieren. Eine Speicherung in Reih und Glied organisiert – ähnlich wie die Anordnung von Blöcken im Spiel Tetris – erscheint meist am sinnvollsten, da somit eine Maximalmenge an freien Blöcken zur Verfügung gestellt werden kann. Ziel-Pages können dann immer mit höchster Geschwindigkeit geschrieben werden. Allerdings erschwert dies das Betriebssystem, indem es ständig verschiedene Daten unterschiedlicher Größe schreibt und wieder löscht. Als Resultat ist der SSD-Controller praktisch ständig in Betrieb.

Garbage Collection sammelt die in Blöcken verbliebenen Pages und fasst diese blockweise zusammen. Die als ungültig (invalid) markierten Pages sollen dabei möglichst viele neue freie Blöcke ergeben.

Der Umkopiervorgang kann aufgrund der ohnehin obsoleten Daten beim Schreiben neuer Daten entfallen. Dies reduziert nicht nur die Schreibaktivität, sondern spart schlicht und ergreifend Zeit. Es gibt zwei Methoden der Garbage Collection. Entweder arbeitet diese passiv im Hintergrund, also wenn die SSD bzw. der Controller gerade wenig oder gar nichts zu tun hat. Oder aber die Garbage Collection findet aktiv statt, wenn die SSD gerade Schreibdaten bearbeitet. Samsung SSDs implementieren die letztere, aktive Variante mit Abwandlungen. Das erlaubt den Laufwerken, aktiv Daten zu verwalten und freie Blöcke „on the fly“ zu generieren. Damit sind Samsung SSDs auch adaptiv wenn es darum geht, neue Daten immer effizient zu bearbeiten; auch dann, wenn kaum oder gar keine Zeit für die passive Garbage Collection vorhanden gewesen wäre.

Das folgende Diagramm zeigt was passiert, wenn eine SSD sechs Stunden lang nonstop mit Daten beschrieben wird.\* Die 840 und 840 PRO Serien pendeln ihre Leistungsfähigkeit (in I/O-Operationen pro Sekunde) auf einem deutlich höheren Level ein als andere, vergleichbare Laufwerke. Auch die Maximalleistung wird bei der 840 PRO länger aufrechterhalten.



\*Ergebnisse basierend auf einem internen SNIA-Testverfahren.

\*\*Hat den Test nicht bestanden.

## TRIM.

Moderne Betriebssysteme bieten eine weitere Form der Datenverwaltung: TRIM. Diese Betriebssystemfunktion benachrichtigt den SSD-Controller umgehend, wenn Daten gelöscht wurden bzw. „invalid“ sind. Mit anderen Worten arbeitet TRIM der Garbage Collection direkt in die Hände.

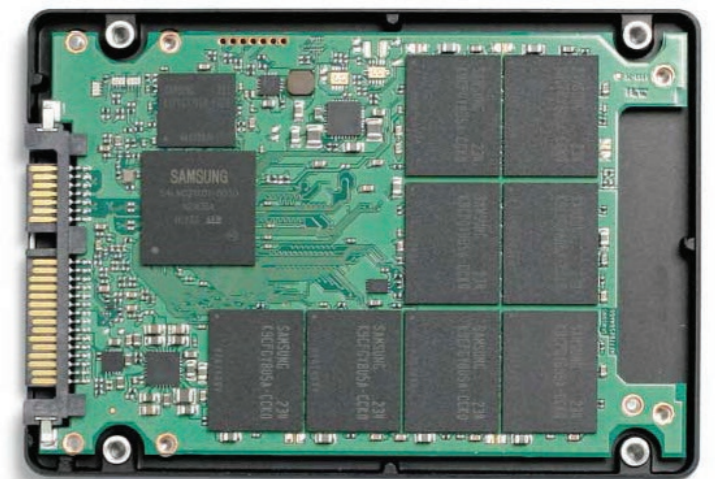
Die Funktion hat ihren Ursprung in der Tatsache, dass Daten bislang auf Festplatten abgelegt wurden. Dabei handelt es sich um rotierende, magnetische Speicher, die die Beschränkungen hinsichtlich Schreiben und Löschen nicht haben. Gelöschte Daten werden schlicht als gelöscht markiert, und die betreffenden Pages können jederzeit einfach neu beschrieben werden. Damit war es bei Festplatten auch nicht notwendig, dass das Betriebssystem gelöschte Daten an das Laufwerk kommuniziert. Mit der Einführung von SSDs wurde es allerdings notwendig, dass sich das System und die SSD darüber austauschen können, welche Daten valide sind und welche nicht.

Durch TRIM wird die SSD darüber informiert, wenn Daten „invalid“ sind, sodass die Garbage Collection gelöschte Pages als solche markiert und solche invalide Daten nicht unnötigerweise herumschieben muss. Sobald ein kompletter Block nur noch aus invaliden Pages besteht, so wird dieser als frei markiert und TRIM gibt diese Information an die SSD weiter, welche diesen Block neu vergeben kann.

Moderne Betriebssysteme wie Windows 7 oder Windows 8 senden den TRIM-Befehl automatisch an den SSD-Controller, und zwar immer wenn eine Datei gelöscht wird. Auf älteren Windows-Systemen wird TRIM meist nicht unterstützt bzw. kann nur manuell mit Software-Tools ausgelöst werden. Möglich ist dies zum Beispiel mit der Performance-Optimierung des Samsung Magician Tools. Dieses löst TRIM auf Mausklick oder anhand eines Zeitplans automatisch aus. Auf Mac-Systemen wird TRIM nur mit Apple OEM-SSDs unterstützt.

## Bad Block Management und Error Correcting Code (ECC).

Zusätzlich zur Verwaltung auf Laufwerksebene muss jeder SSD-Controller auch eine Datenverwaltung auf Chip-Ebene durchführen. In jeder NAND-Flash-Zelle bietet jede Page zusätzlichen Speicherplatz, den der SSD-Controller einsetzt, um Paritätsinformationen zu speichern. Ein Error Correcting Code (ECC) kommt hier zum Einsatz, um den Ausfall von Einzelbits im täglichen Betrieb zu kompensieren und Datenverlust zu vermeiden. Sobald der Controller einen Lesefehler registriert, wird er den ECC-Mechanismus einbinden und die Daten rekonstruieren. Wenn die Wiederherstellung nicht mehr funktionieren sollte, so wird das Bad Block Management, also die Verwaltung fehlerhafter Sektoren, den gesamten Block aus dem Speicherbereich entfernen und ihn durch einen der zahlreichen Reserveblöcke automatisch und für den Anwender transparent ersetzen. Bad Blocks können während des Lesens, Programmierens oder Löschens von NAND-Flash festgestellt werden. Sie werden aktiv verwaltet, um zu jeder Zeit die erwartete Leistungsfähigkeit und Langzeitzuverlässigkeit von Samsung SSDs sicherzustellen.





## Wear Leveling.

Jeder Flash-Speicher des NAND-Typs hat eine wesentliche, technisch bedingte Einschränkung: Die Lebenserwartung ist durch die Anzahl der P/E-Zyklen (Program/Erase) begrenzt. Deren Gesamtanzahl variiert und ist unter anderem von der Herstellungstechnologie bzw. des Herstellungsprozesses (27, 21, 19 nm etc.) sowie vom Programmiermechanismus abhängig (SLC, MLC, TLC). Um diese Begrenzung zu umschiffen, implementieren alle SSD-Controller so genannte Wear-Leveling-Mechanismen. Diese stellen sicher, dass alle Schreibvorgänge auf alle vorhandenen NAND-Zellen gleichmäßig verteilt werden. Damit werden einzelne Zellen nicht über die Maßen belastet, sodass sie frühzeitig ausfallen können. Würden zu viele Zellen versagen, dann würde der SSD-Controller den gesamten Block abschalten wie weiter oben beschrieben. Die Anzahl der Reserveblöcke ist jedoch begrenzt, sodass dem Wear Leveling eine wichtige Bedeutung zukommt.

## Wrap Up.

Alle der oben genannten Funktionen, mit Ausnahme von TRIM auf älteren Windows-Systemen arbeiten, transparent und ohne notwendige Eingriffe seitens des Anwenders. Während die Implementierung der Funktionen von Hersteller zu Hersteller variiert, so verfügen praktisch alle modernen SSDs über solche Funktionen. Leveling und ECC, um die Lebenserwartung zu maximieren und die Datenintegrität zu gewährleisten, und TRIM sowie Garbage Collection, um hohe Performance jederzeit abrufbar zu machen, sorgen für Qualität und eine gute „User Experience“.



## Warum Samsung?

Verwaltungsfunktionen wie Wear Leveling und Garbage Collection, die vor allem die für NAND üblichen Charakteristika behandeln und umschiffen, arbeiten bei Samsung SSDs Hand in Hand, damit die Laufwerke schnell und langfristig zuverlässig ihren Dienst tun. In der Summe erhöhen diese Funktionen die Schreibaktivität auf den NAND-Flash-Speicher, sodass die Lebensspanne damit absolut betrachtet sogar leicht sinkt. Der Schlüssel zu einem guten SSD-Design liegt jedoch darin, eine optimale Balance zwischen Lebensspanne, Performance und Zuverlässigkeit zu finden.

Als einer der größten Anbieter für Memory-Produkte und für SSDs in vorinstallierten Business-Storage-Systemen besitzt Samsung umfangreiches Know-how und eine große Erfahrung mit SSD-Technologie. Der integrierte Ansatz zur SSD-Herstellung setzt die volle vertikale Integration über alle technisch relevanten Komponenten voraus. Das bedeutet, dass alle technisch wichtigen Komponenten von Samsung SSDs auch durch Samsung entworfen und gefertigt werden.

Diese Expertise lässt zahlreiche Anwender weltweit auf Samsung Produkte vertrauen. Auf Samsung SSDs sind Ihre Daten sicher und gleichzeitig die Produktivität auf sehr hohem Niveau.

# Over-Provisioning zur Maximierung von SSD-Performance und Lebensdauer.

Over-Provisioning (OP) ist eine logische Vorgehensweise, um einen bestimmten, permanenten Speicherplatz einer SSD dem Anwender bewusst nicht zur Verfügung zu stellen. Dieser steht ausschließlich dem SSD-Controller zur Verfügung, um SSD-Performance und Lebensdauer zu maximieren. Grundsätzlich sieht Samsung keine vorbestimmte Menge an Speicherplatz für Over-Provisioning auf seinen SSDs vor. Mit der Einführung der 840 Serie und aufwändigerer NAND-Flash-Herstellungsverfahren wurde Over-Provisioning ab der 840 eingeführt (allerdings noch nicht auf den 840 PRO Modellen).

## Was ist Over-Provisioning?

Der SSD-Controller ist zuständig für die Verwaltung aller Daten und Datenbewegungen eines Laufwerks. Die technischen Charakteristika von NAND-Flash bedingen dabei eine Menge an Arbeit, die hinter den Kulissen ablaufen muss. Ein Schreibvorgang platziert nämlich nicht einfach Daten an einer Speicherstelle. Jede NAND-Zelle besitzt nur eine begrenzte Lebensdauer und kann nur eine gewisse Menge an Schreibzyklen zuverlässig ausführen. Darüber hinaus steigt die Komplexität, indem Daten bei NAND-Flash nur in kompletten Blöcken gelöscht und geschrieben werden können, wobei Daten innerhalb des Blocks von einem Löschvorgang logisch gar nicht betroffen sein können, da diese nicht gelöscht werden sollen. Sie müssen dennoch gelöscht und neu geschrieben werden. In der Folge ist der SSD-Controller immer damit beschäftigt, Daten herumschieben, um alle Flash-Zellen gleichmäßig abzunutzen und um möglichst viele freie Blöcke für künftige Schreibvorgänge zur Verfügung zu stellen.

Dieses Datenmanagement erfordert, dass eine SSD genügend Speicherplatz zur Verwaltung und Auslagerung von temporären Daten hat. Der gesamte freie Speicherplatz steht immer dafür zur Verfügung; mit fortschreitender Füllung eines Laufwerks wird freier Platz jedoch zum Luxusgut. Over-Provisioning legt eine bestimmte Menge an Speicherplatz fest, auf den weder das Betriebssystem noch der Anwender Zugriff haben, sodass dem Controller dieser Platz als „Arbeitsspeicher“ immer zur Verfügung steht.

## Wie konfiguriere ich Over-Provisioning?

Die Samsung Magician Software hilft bei der Modifikation der Over-Provisioning-Einstellungen. Das grafische Tool der Software empfiehlt einen Over-Provisioning-Bereich, der für Normalanwender passt. Ein Klick konfiguriert daraufhin die SSD. Die Einstellung kann jederzeit auch wieder geändert werden.

Einige Laufwerke, wie etwa viele Modelle auf Basis von SandForce-Controllern oder die SSD 840 von Samsung, arbeiten ab Werk mit einem voreingestellten Over-Provisioning-Bereich. Dieser ist meist nicht vom Anwender entfernbar und unterscheidet sich von Produkt zu Produkt. Es gibt auch keine „richtige“ Kapazität, denn diese hängt von der Gesamtkapazität und der voraussichtlichen Arbeitslast ab.

Wenn Sie der Empfehlung der Samsung Magician Software nicht folgen wollen, können Sie eine eigene, höhere Kapazität für Over-Provisioning bestimmen. Anwender mit SSDs hoher Kapazität von 250 GB und mehr werden nicht viel OP-Kapazität benötigen; es sei denn, die SSD wird bald fast randvoll mit Daten sein. Ansonsten steht der SSD ohnehin immer mehr als genügend Speicherplatz für Over-Provisioning und die auszuführenden Algorithmen zur Verfügung. Für SSDs geringerer Kapazität ist jedoch ein OP-Speicherplatz von 6,7% bis 10% empfehlenswert, um das Laufwerk nicht versehentlich komplett mit Daten zu füllen. Das hätte zwar keine Schäden zur Folge, degradiert die Leistungsfähigkeit jedoch deutlich, da der Controller seine notwendige Daten(um)organisation nicht mehr ohne großen Zusatzaufwand durchführen kann.

Auch das Anwendungsszenario muss in die Überlegungen einfließen, denn verschiedene Datenzugriffsmuster erzeugen verschiedene Arten von Aufwand. So ist es möglich bzw. oft der Fall, dass viele zufällige Schreib- oder Lesezugriffe (Random reads/writes) die SSD stark beschäftigen. Die sogenannte Write Amplification, also die Erzeugung von mehr effektiven Schreibvorgängen, als dies im besten Fall zur Speicherung der Anwenderdaten erforderlich wäre, muss hier berücksichtigt werden. Wenn nur wenige freie Speicherbereiche zur Verfügung stehen, muss die SSD womöglich zur sinnvollen Datenorganisation mehr Daten umkopieren und somit mehr schreiben, als dies mit viel freiem Speicherplatz der Fall wäre. Die Menge der Schreibdaten ist deswegen so wichtig, weil sich NAND-Flash-Zellen mit jedem Schreibvorgang abnutzen und die

## Over-Provisioning bei der SSD 840 Serie.

Langzeithaltbarkeit davon bestimmt wird. Fallen einzelne Zellen aus, so muss der Controller diese als „Bad Blocks“ sperren und Reserveblöcke aktivieren. Sollten nicht ausreichend freie Blöcke zur Verfügung stehen, so leidet die Performance. Hand in Hand mit dem Bad Block Management arbeitet die Garbage Collection, deren Algorithmen erkennen, wie Daten aufgrund gelöschter Blöcke sinnvoll reorganisiert werden können; Daten werden damit einfach gesagt konsolidiert. Auch diese Funktion erfordert immer freie Blöcke, um effizient arbeiten zu können.

Over-Provisioning hilft somit der Garbage Collection, dem Wear Leveling und dem Bad Block Management, indem der „Arbeitsspeicher“ des Controllers eine bestimmte Mindestgröße nicht unterschreitet. Vorhandene Daten können so konsolidiert und fehlerhafte Blöcke außer Betrieb genommen werden.

Und all diese Aufgaben einer SSD sind der Grund, wieso es Write Amplification überhaupt gibt. Dateien auf eine Flash-SSD zu schreiben ist keine triviale Operation, sondern eine Menge Intelligenz arbeitet dazu im Hintergrund.

## Wieso Over-Provisioning einsetzen?

Over-Provisioning hat unmittelbaren Einfluss auf die SSD-Performance bei intensiven Arbeitslasten und sobald das Laufwerk zu größten Teilen mit Daten beschrieben ist. Eine gewisse Menge Speicherplatz für die eben beschriebenen Verwaltungsaufgaben zur Verfügung zu stellen (Garbage Collection, Wear Leveling, Bad Block Management) bedeutet, dass die SSD keine Zeit darauf verwenden muss, Datenblöcke in Echtzeit als Ziele für Schreibvorgänge vorzubereiten, indem es vorhandene Daten umkopiert und die Quelle löscht. Der weitere Vorteil ist die in Grenzen gehaltene Write Amplification: Es werden dank Over-Provisioning nicht mehr Daten geschrieben als notwendig.

Ein einfaches Beispiel zur Veranschaulichung: Müssten Sie als Koch ein Fünf-Gänge-Menü auf engstem Raum vorbereiten, so würden Sie ständig Gegenstände und Zutaten hin und her schieben oder gar stapeln. Das kostet vor allem Zeit. Ein deutlich größerer Arbeitsplatz erspart all dies (z. B. für jeden Gang das Salz von neuem auspacken und wieder wegzustellen). Steht der SSD ausreichend Arbeitsplatz zur Verfügung, wird sie umso effizienter sein.

Mit dem Fortschritt sinkt die Strukturgröße von NAND-Speicherchips. Damit sinkt aber auch deren Fähigkeit, Daten bzw. Ladungen langfristig sicher zu halten. Dieses Problem kann über ECC-Maßnahmen in Angriff genommen werden. Jedoch ist freier Speicher wie eben beschrieben am wichtigsten, um Arbeitsvorgänge effizient auszuführen.

Die 840 Serie von Samsung ist die erste Consumer-SSD, die mit NAND-Flash und 3-Bit MLC-Technologie arbeitet (auch bekannt als TLC, Triple Level Cell). Statt zwei, werden hier drei Bits pro Flash-Zelle gespeichert. Damit landen acht verschiedene Ladungszustände und somit mehr Daten in der gleichen Fläche. Mit einer geringen Menge an Over-Provisioning-Speicherplatz stellt der SSD-Controller mit seinen Firmware-Algorithmen sicher, dass die Flash-Chips die restlichen Komponenten im Alltag auf eine sinnvolle Lebensdauer hin immer überleben werden.

## Abschließende Gedanken.

Over-Provisioning ist bei SSD-Profis und Enthusiasten ein bekanntes Mittel, um die Performance und die Lebensdauer zu maximieren, da immer kleinere NAND-Flash-Chips neben den Kostenvorteilen auch Nachteile mit sich bringen, die aufgefangen werden müssen. Aufgrund der hohen Qualität der NAND-Chips und intelligenter Verwaltungsalgorithmen kommt Samsung mit geringerer Over-Provisioning-Kapazität aus als viele Wettbewerber.

# Schutz Ihrer Privatsphäre: Grundlagen zu Sicherheit und Verschlüsselung.

In der heutigen mobilen Welt ist Sicherheit für Privatpersonen und Unternehmen ein Schlüsselfaktor. Mit der 840 Serie führte Samsung für alle SSDs eine Hardware-basierte AES-Verschlüsselung ein, um diesen wichtigen Punkt adressieren zu können.

## Terminologie.

Um die Verschlüsselungstechnologie von Samsung SSDs zu verstehen, ist es notwendig ein paar Begriffe im Vorfeld zu klären.

### AES

Der Advanced Encryption Standard AES wurde von dem National Institute of Standards and Technology (NIST) zum Schutz elektronischer Daten ins Leben gerufen. Nach der Anwendung durch die US-Regierung ist der Standard heute weltweit verbreitet. Die Verschlüsselung arbeitet meist mit 128 oder 256 Bit langen Schlüsseln und wird dabei auf Hardware- und Software-Ebene eingesetzt, um sensible Daten zu schützen. Alle 840, 840 EVO und 840 PRO Laufwerke besitzen eine AES Hardware-Verschlüsselung auf Basis von 256-Bit-Schlüsseln.

### FDE

FDE steht für Full Drive Encryption und ist beispielsweise auf ein Laufwerk anwendbar, bei dem nicht nur einzelne Ordner oder Dateien verschlüsselt sind, sondern nahezu jegliche gespeicherte Information. Diese Lösung ist beispielsweise für Hochsicherheitsumgebungen sinnvoll, da es sehr einfach ist, vorhandene Daten sicher zu löschen: indem man den kryptografischen Schlüssel vernichtet. Nachdem alles verschlüsselt wird, sind auch Elemente wie die Auslagerungsdatei von Windows oder temporäre Daten verschlüsselt. Durch die Implementierung in Hardware sind sogar die für das initiale Booten notwendigen Datenfragmente verschlüsselt. Der Einsatz eines TPM (Trusted Platform Module) der Trusted Computing Group ermöglicht es, bei Verwendung von FDE die Integrität der Bootumgebung sicherzustellen.

### SED

SED steht für Self Encrypting Drive und bezeichnet ein Laufwerk, dessen Hardware eine Verschlüsselung im FDE-Verfahren implementiert. SED ist somit ein spezieller Fall von FDE. SEDs zeigen in der Regel bessere Performance, Sicherheit und Verwaltbarkeit verglichen mit Software-basierten FDE-Implementierungen. Diese zeigen häufig Performance-Schwächen als Resultat des so genannten Overheads der Verschlüsselung, also dem anfallenden Mehraufwand. Da der Schlüssel ausschließlich direkt auf der SED gespeichert ist, kann dieser nicht vom Hostsystem (dem Betriebssystem) abgegriffen werden. Software-basierte Lösungen sind anfällig gegen verschiedene Arten von Angriffen, da der Schlüssel im Hauptspeicher abgelegt ist. Schließlich ist die Verschlüsselung auf Laufwerksebene auch unabhängig vom verwendeten Betriebssystem und anderen Verwaltungstools, die sich um Komprimierung, Deduplizierung, Datensicherung etc. kümmern. Eine SED kann von Anwendern ganz einfach installiert werden, ohne dass diese sich Gedanken über Betriebssystem oder Applikationen und Abhängigkeiten Gedanken machen müssen.

### OPAL

OPAL bezeichnet eine Storage-Spezifikation für SEDs durch die Trusted Computing Group. Diese Gruppe entwickelte bereits das TPM-Konzept auf Basis eines Mikrochips. OPAL definiert, auf welche Weise Zugriffe auf eine SED stattfinden können. Das Ziel liegt im Schutz von vertraulichen Daten und der Verhinderung unautorisierter Zugriffe auf ein Laufwerk – ohne dabei Kompatibilität über verschiedene Anbieter und ein standardisiertes Management-Interface zu vernachlässigen. Die meisten Systeme verwenden Software von Drittanbietern, um die OPAL-Funktionalität zu nutzen, obwohl die BitLocker-Funktionalität von Windows 8 OPAL bereits von Haus aus unterstützt.



## Die richtige Wahl treffen.

Mit der Einführung der SSD 840 Serie von Samsung hat Samsung Hardware-gestützte AES-Verschlüsselung in das gesamte SSD-Portfolio für Client-Systeme eingeführt. Schon die Verwendung der ATA-Passwortfunktion im BIOS oder der UEFI-Oberfläche führt dazu, dass die Laufwerksdaten ohne das Passwort (d. h. den AES-Schlüssel) nicht lesbar sind. Durch die Implementierung auf Hardware-Ebene gibt es keinen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der SSD, wie das bei Software-basierten Anwendungen von FDE der Fall sein kann. Für Notebook-Anwender und Reisende ist diese Funktion sehr wertvoll, schützt sie doch die Daten effektiv.

Zusätzlich zur Lösung persönlicher Sicherheitsfragen gibt es viele Branchen, für die die SED-Technologie notwendig ist oder die zumindest davon profitieren würden. Das beinhaltet das Gesundheitswesen, Versicherungen, Verwaltung, Sicherheitskräfte, Finanzinstitutionen und viele andere. SED-Technologie hilft dabei, sensible Daten vor physischen Angriffen zu schützen, z. B. auf verlorenen oder gestohlenen Notebooks, und macht es nahezu unmöglich gespeicherte Daten irgendwie zu verwerten. Das gilt auch, wenn das Laufwerk aus dem System ausgebaut und an einem anderen System angeschlossen wird oder wenn sogar die Flash-Chips ausgelötet und separat ausgelesen werden.

Die SSD 840 Laufwerke sind SEDs, allerdings unterstützen erst die Modelle 840 EVO und 840 PRO mit künftigen Firmware-Versionen auch das OPAL Storage Specification Management Interface. OPAL-konforme Laufwerke zielen auf Unternehmen, die Sicherheitsprotokolle verwalten und genaue Kontrolle über Authentifizierung haben müssen. Mit Hilfe von Verwaltungssoftware können IT-Manager Sicherheitsrichtlinien festlegen und den Zugriff auf Partitionen oder den physischen Einsatzort eines Notebooks einschränken. Interessenten für diese Funktionalitäten seien TCG/OPAL SED-Optionen für Unternehmen ans Herz gelegt – eine Internet-Recherche ergibt viele Informationen hierzu.

Die SED-Funktionalität der 840 Serie bietet jedoch schon eine sehr wichtige Grundlage für Datensicherheit, denn in den meisten Fällen – Zuhause oder in kleinen Unternehmen – hängt die Verwaltung von PCs oder Notebooks vom Anwender ab. Diese SSDs bieten hohe Sicherheit und Zuverlässigkeit ohne großen Aufwand und zum attraktiven Preis.

## AES-Verschlüsselung einschalten.

Die AES-Verschlüsselung auf den SSD 840 Laufwerken von Samsung ist grundsätzlich aktiv. Um jedoch auch den gewünschten Sicherheitseffekt zu erreichen, muss das ATA-Passwort im System gesetzt sein – nur dann ist die „Tür“ auch abgeschlossen und die Daten gesichert. Um ein ATA-Passwort zu setzen, müssen Sie den passenden Menüpunkt im System-BIOS oder der UEFI-Oberfläche aufsuchen. Dieser heißt meist „Security“. Dort setzen Sie beim Punkt „Password on boot“ ein HDD-Passwort.

Administratoren haben zudem die Option, ein „Master Password“ zu setzen, mit dessen Hilfe das HDD-Passwort zurückgesetzt werden kann, oder mit welchem das Laufwerk entsperrt bzw. komplett gelöscht werden kann (systemabhängig). Eine Löschung zerstört alle Daten und macht das Laufwerk dabei für eine neue Verwendung bereit. Diese Vorgänge unterscheiden sich von System zu System und je nach BIOS- oder UEFI-Variante. Das Systemhandbuch gibt im Zweifelsfall Aufschluss.

# Kommunikation mit der SSD.

## SMART-Attribute kennen und verstehen.

**SMART (oftmals auch S.M.A.R.T. geschrieben) steht für Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology, und ist ein Industriestandard für IDE/SATA sowie SCSI-Geräte, um Zuverlässigkeitsaussagen zu treffen. Bei der Analyse von SMART-Attributen ist es wichtig, dass deren Bedeutung von einem Hersteller zum anderen variieren kann. SMART spezifiziert lediglich die Datenübertragung und Bereitstellung, z. B. zwischen Laufwerkssensoren und dem Hostsystem. Das Kommunikationsprotokoll ist klar spezifiziert; die Inhalte jedoch nicht.**

## Die Technologie hinter SMART.

SMART überwacht Computerlaufwerke, um Indikatoren rund um das Thema Zuverlässigkeit festzuhalten und dem System gegebenenfalls zu melden. Die Technologie soll dabei Laufwerksfehlern zuvor kommen und Anwender vor sich anbahnenden Ausfällen warnen, sodass ein Laufwerk schon frühzeitig getauscht und Daten gesichert werden können, damit keine Daten verlorengehen. SMART kann natürlich nur vorhersehbare Fehler erkennen und davor warnen. Dazu gehören mechanische Abnutzungseffekte bei Festplatten, wie sie bei 60% der typischen Festplattenfehler auftreten. Unvorhersehbar sind beispielsweise plötzliche Ausfälle aufgrund von Überspannung, denn diese Problemfälle lassen sich nicht verfolgen und im Vorfeld bewerten. Moderne SMART-Implementierungen in Festplatten beugen auch Fehlern vor, bei denen einzelne Bitfehler erkannt und Sektoren repariert oder außer Betrieb genommen werden. Alle Daten und alle Sektoren werden in Momenten der Laufwerksinaktivität getestet, sodass die Zuverlässigkeit sichergestellt ist.

Zusätzlich zu den beschriebenen Funktionalitäten und den SMART-Attributen, die im nächsten Abschnitt beschrieben werden, berichten mit SMART ausgestattete Laufwerke einen entsprechenden Status an das System. Dieser Status erfasst nur zwei verschiedene Komponenten: „Drive ok“ bzw. „Drive fail“ sowie „Threshold not exceeded“ bzw. „Threshold exceeded“. Wenn das Laufwerk als fehlerhaft gemeldet oder ein Grenzwert überschritten ist (Threshold exceeded), so ist die Wahrscheinlichkeit eines künftigen Laufwerksfehlers hoch. Dieser Fehler muss nicht katastrophal ausfallen; SMART meldet lediglich, dass das Laufwerk nicht innerhalb der Spezifikationen des Herstellers arbeitet. So könnte das Laufwerk – anstatt gleich zu versagen – schlicht langsamer arbeiten. Wie andere Technologien ist der SMART-Status nicht unfehlbar und garantiert nicht automatisch auch die angezeigte Zuverlässigkeit. SMART-Sensoren können unter einer Fehlfunktion leiden oder ein schwerer mechanischer Einfluss kann die Funktionalität stören bzw. den Zugriff auf SMART unmöglich machen.

Die Bedeutung der SMART-Attribute je nach Hersteller und auch deren Interpretation vom Anbieter, muss jedoch im Auge behalten werden. Manche Attribute und deren Bedeutung werden wie Geschäftsgeheimnisse gehütet und nicht alle Laufwerke besitzen die gleichen Attribute. So könnte ein Hersteller theoretisch nur einen SMART-Wert implementieren und einen Laufwerkstyp somit als SMART-fähig bewerben. Damit wird klar, dass die Attribute selbst nicht standardmäßig festgelegt sind, sondern lediglich die Datenerfassungsart und die Austauschwege für Attribute.

## SMART-Attribute.

Hersteller, die SMART-Technologie einsetzen, können eine Vielzahl an Attributen verwenden und entsprechende Grenzwerte definieren, die überwacht werden. Die folgenden Attributnamen und -beschreibungen können je nach Hersteller oder OEM variieren und beziehen sich auf konventionelle HDD-Festplatten. SSD-Anbieter verwenden viele der Attribute in modifizierter Art und Weise, denn viele Attribute sind nicht 1:1 auf SSDs übertragbar. Die folgenden SMART-Attribute kommen bei den Samsung 840 Serien inklusive 840 EVO und 840 PRO zum Einsatz und speichern Dezimalwerte.

**ID # 5 Reallocated Sector Count (Zahl der verschobenen Sektoren)**

AHCI beeinflusst auch die Fähigkeit, mit Samsung SSDs Kommando-Reihen von 32 offenen Kommandos via Native Command Queuing (NCQ mit QD32) aufzureihen und flexibel zu bearbeiten. SSDs sind aufgrund ihrer Performance kein Flaschenhals für moderne Systeme. NCQ hilft, Systemwartezeiten zu reduzieren, indem mehr Kommandos durch die SSD bearbeitet und gegebenenfalls umsortiert werden können. Damit entlastet die SSD das Hostsystem, reduziert Latenzzeiten und verbessert die Gesamt-Performance.

**ID # 9 Power-On Hours (Betriebsstunden)**

Dieser Wert beschreibt die Gesamtanzahl an Stunden, die ein Laufwerk in einem aktiven Zustand war. Wenn eine SSD oder das System im Ruhemodus verweilt, wird diese Zeit nicht zu den Betriebsstunden gezählt. Samsung SSDs unterstützen DIPM (Device-Initiated Power Management), womit die Zeit, die eine SSD im Schlafzustand verbringt („sleep“), ebenfalls nicht zu den Betriebsstunden gezählt wird. Ohne DIPM wird der Betrieb in den Modi „active“, „idle“ und „sleep“ zu den Betriebsstunden gezählt.

**ID # 12 Power-On Count (Einschaltzyklen)**

In diesem Wert ist die Gesamtanzahl der Einschaltvorgänge festgehalten. Das beinhaltet reguläres Herunterfahren wie auch Abschalten aufgrund von Stromausfall; jedes neue Anschalten wird gezählt.

**ID # 177 Wear Leveling Count**

Dieses Attribut repräsentiert die Anzahl der Program-/Erase-Operationen, also die Häufigkeit der Löschung des Mediums. Damit ist dieser Wert folglich ein guter Indikator für die Lebenserwartung einer SSD. Der Wert beschreibt die Gesamtanzahl an P/E-Zyklen.

**ID # 179 Used Reserved Block Count (total)**

In diesem Attribut wird die Gesamtanzahl der Blöcke festgehalten, die infolge von Lesefehlern, Programmierungsfehlern oder Löschfehlern aktiviert wurden. Dieser Wert steht im Bezug zum Attribut 5 (Reallocated Sector Count) und variiert je nach SSD-Typ.

**ID # 181 Program Fail Count (total)**

Dieses Attribut beschreibt die Gesamtanzahl an fehlgeschlagenen Schreib-Operationen (failed writes).

**ID # 182 Erase Fail Count (total)**

Dieses Attribut beschreibt die Gesamtanzahl an fehlgeschlagenen Löschoperationen (failed erase requests).

**ID # 183 Runtime Bad Count (total)**

Dieses Attribut besteht aus der Summe der Werte aus den Attributen 181, 182 sowie dem Read Fail Count. Es beschreibt somit die Gesamtanzahl an Fehlern jeglichen Zugriffstyps.

**ID # 187 Uncorrectable Error Count**

Hier wird die Gesamtanzahl an Fehlern festgehalten, die nicht durch ECC-Algorithmen korrigiert werden konnten.

**ID # 190 Air Flow Temperature**

Dieser Wert speichert die Temperatur im direkten Umfeld der NAND-Flash-Chips innerhalb der SSD.

**ID # 195 ECC Error Rate**

In diesem Wert wird der Prozentsatz der durch ECC wiederhergestellten Fehler festgehalten.

**ID # 199 CRC Error Count**

Hier wird die Anzahl der CRC-Fehler (Cycle Redundancy Check) gespeichert. Wenn ein Problem bei der Datenübertragung zwischen DRAM und DRAM oder NAND-Flash besteht, wird die CRC-Einheit diesen Fehler vermerken und in diesem Attribut festhalten.

**ID # 235 Power Recovery Count**

Dieses Attribut hält die Gesamtanzahl der plötzlichen Stromausfälle fest. Ein plötzliches Abschalten aus diesem Grund zwingt die SSD dazu, das Daten-Mapping und alle Anwenderdaten beim nächsten Einschalten wiederherzustellen.

**ID # 241 Total LBAs Written**

Dieses Attribut beschreibt die Gesamtmenge aller geschriebenen LBAs (Logical Block Address), die für alle Schreibvorgänge vom Betriebssystem an die SSD verwendet wurde. Um die Gesamtkapazität zu errechnen, wird dieser Wert mit der LBA-Blockgröße von 512 Bytes multipliziert. Als Alternative kann auch der Wert „Total Bytes Written“ innerhalb der Magician Software von Samsung ausgelesen werden.

# Benchmarking Utilities.

## Was Sie über Performance-Messung wissen müssen.

Bei der Vielzahl an Benchmarking-Tools und den damit meist unterschiedlichen Ergebnissen kann es schwierig sein, das richtige Programm zu wählen und zu entscheiden, welchem man vertraut. Zwei Websites, die beide das gleiche Programm eingesetzt haben, können zu abweichenden Resultaten gelangen. Es gibt in der Praxis einige Variablen, die die Testergebnisse beeinflussen – einschließlich Systemkonfiguration und die vom Anwender gewählten Einstellungen. Wenn dann Ergebnisse ausgegeben werden, so können diese für weniger technische Anwender kryptisch erscheinen. Wir diskutieren die bekanntesten Benchmark-Programme, die relevanten Konfigurationsoptionen und sinnvolle Interpretationen der Resultate.

## Typen von Benchmark-Programmen.

### Kategorien

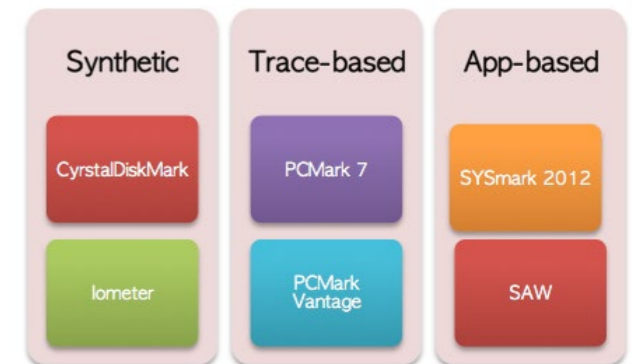
Es gibt drei Kategorien von Benchmark-Tools: synthetische Programme, Trace-basierte Anwendungen und applikationsbasierte bzw. applikationsnahe Benchmarks. In diesem Dokument besprechen wir bekannte Programme wie CrystalDiskMark (CDM), Iometer, PCMark Vantage und PCMark 7. Neben Details zu diesen Benchmark-Lösungen ist es wichtig, einordnen zu können, in welche Kategorie ein Benchmark-Programm grundsätzlich gehört.

### Synthetische Benchmark-Tools

Synthetische Benchmarks stellen Arbeitslasten nach, die ein Laufwerk abzuarbeiten hätte, wenn dieses im Alltag bei einem solchen Szenario eingesetzt werden würde. Die Arbeitslasten sind dabei echten Anforderungen nachempfunden.

Die Testdaten können sich dabei wiederholen (repeating) oder zufällig sein (non-repeating bzw. random). Dieser Unterschied kann für die effektive Performance einer SSD wichtig sein, denn Unterschiede beim Controller, der Firmware, den NAND-Chips, DRAM-Größe und grundsätzlicher Leistungsfähigkeit können hier zutage treten. Beispielsweise sind wiederholende Daten gut komprimierbar, sodass eine SSD, die auf Datenkompressionsalgorithmen setzt, die effektiv zu schreibende Datenmenge wohl deutlich reduzieren kann. Samsung SSDs sind sowohl mit sich wiederholenden als auch mit sich nicht wiederholenden Daten gleich schnell, da die MDX- und MEX-Controller keine Datenkompression einsetzen. Sollten sich also große Leistungsunterschiede zwischen zwei SSDs ergeben, so sollte dieser Umstand geprüft werden: Setzt das Benchmark-Programm sich wiederholende Daten oder zufällige Daten ein und kommt bei einem der Testlaufwerke Kompression zum Einsatz?

Einige synthetische Benchmark-Tools erlauben es dem Anwender, sequenzielle oder zufällige Zugriffsmuster zu wählen. Zufällige Zugriffe (Random access) geschehen – wie der Name schon sagt – in ungeplanter Art und Weise, sodass nicht direkt nebeneinander



liegende Speicherblöcke beschrieben oder gelesen werden. Sequenzielle Zugriffe tun dagegen genau dies: Ein Block nach dem anderen wird beschrieben oder gelesen. Zufällige Zugriffe sind oft klein (Blockgrößen geringer als 64 GB), während sequenzielle Operationen oft größer ausfallen (128 KB und mehr).

Synthetische Tests geben fundamentale und elementare Daten über die Leistungsfähigkeit eines Laufwerkes aus, aber sie geben keine Auskunft über die zu erwartende Leistung im Alltag.

### CrystalDiskMark (CDM)

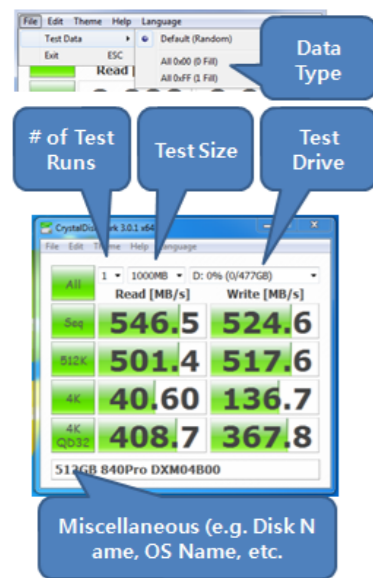
Der CrystalDiskMark ist im Internet gratis zum Download erhältlich und ist ein bekanntes Benchmarking-Tool. Sein schlichtes Interface erlaubt dem Anwender zu entscheiden, ob sequenzielle oder zufällige Zugriffe getestet werden sollen, die Einstellung der Größe des Testbereiches und die Anzahl der Testwiederholungen. CrystalDiskMark wird auch von Samsung zur Messung der sequenziellen Leistungsfähigkeit verwendet und gibt die Ergebnisse für sequenzielle Lese- und Schreib-Performance (Sequential read/write) sowie Random read/write Performance in Megabyte pro Sekunde an. Die random-Performance wird in drei verschiedenen Tests gemessen: mit 512 KB Blockgröße, 4 KB Blockgröße mit jeweils einzelnen Kommandos (Queue-Tiefe 1 bzw. QD1) und 4 KB Blöcken, bei denen bis zu 32 Kommandos parallel offenstehen können (QD32). Die letzten beiden sind mit Abstand die wichtigsten Ergebnisse, da die meisten Anwendungen am PC oder am Notebook mit vielen 4 KB



Operationen arbeiten und die meisten SSDs ihre beste Random-Performance mit 4 KB bei QD32 erreichen.

Üblicherweise wird die Random-Performance aber in Input/Output-Operationen pro Sekunde (IOPS oder I/Os pro Sekunde) angegeben. Das kann beim CrystalDiskMark leicht ausgerechnet werden, indem die Gesamtzahl der Bytes pro Sekunde durch die verwendete Blockgröße geteilt wird. Im Beispiel oben müsste man die random read-Geschwindigkeit von 408,7 MB/s durch 4 KB Blockgröße teilen, sodass wir bei einer Basis von 1.000 Bytes pro Kilobyte auf 0,102175 MB/s oder 102.175 IOPS kommen.

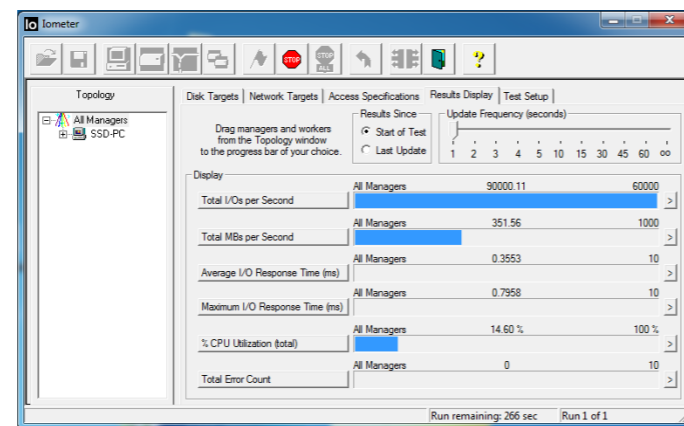
Üblicherweise kommen Queue-Tiefen über 1 in der Windows-Praxis nur selten vor. Eine Queue-Tiefe von 2 – 6 Kommandos kommt immer wieder vor; bei 10 sprechen wir allerdings schon von außergewöhnlichen Anwendungen. Im Data-Center-Segment können massive I/O-Anfragen und QDs von 32, 64 oder 128 Kommandos allerdings oft vorkommen. Um die generelle Leistungsfähigkeit beurteilen zu können, sollte man somit auf verschiedene Kennzahlen schauen. Es ist dabei wichtig zu wissen, welche der Kennzahlen für den eigenen Einsatz relevant sind.



**Iometer**

Iometer ist ebenfalls gratis im Internet erhältlich und ein weiteres populäres Benchmark-Tool. Mit ihm wird meist Random-Performance (IOPS) gemessen; Samsung setzt es für eben diesen Zweck ein. Die Bedienoberfläche ist deutlich aufwändiger als die des CrystalDiskMarks, bietet jedoch sehr feine Kontrolle über die möglichen Messungen. Der Anwender kann festlegen, welche Zugriffstypen, Datengrößen und Testlängen zum Einsatz kommen; ebenso wie die Anzahl der so genannten Worker (CPU-Threads zur Auslastung mehrerer Rechenkerne), der verwendeten Queue-Tiefe und anderen Optionen.

Bei der Wahl der Variablen für einen Random-Performance Test erinnern wir uns daran, dass diese einen erheblichen Einfluss auf die zu erwartenden Resultate haben: die Anzahl der Threads, die Queue-Tiefe, Blockgröße etc., aber auch die Systemkonfiguration (Storage-Treiber, RAM-Größe, Hintergrundprozesse) machen einen Unterschied. Die IOPS werden zudem direkt vom NAND-Flash und SSD-Controller, dem Storage-Controller und der verwendeten Storage-Schnittstelle beeinflusst. Für die überwiegende Mehrzahl von Anwendern sind Iometer-Ergebnisse mit 4 KB Blockgröße und Random read oder write mit einer Queue-Tiefe QD1 bis QD32 von Bedeutung. Die Darstellung zeigt die Random write-Performance der Samsung SSD 840 PRO.



**Trace-basierte Benchmark-Tools**

Diese Kategorie von Benchmarks wiederholt schlicht gesagt die Zugriffsmuster (I/O-Operationen) echter Anwendungsabläufe, die für die Benchmark aufgenommen wurden. Das kann zum Beispiel die Arbeit mit Microsoft Office oder Windows Media Center sein oder aber schlicht den Kopiervorgang von Daten von einem USB-Laufwerk auf das Ziellaufwerk nachstellen. Denken Sie an eine Aufnahme, die zum Zweck der Leistungsmessung wiedergegeben wird. Die reproduzierbare Wiederholung des Benchmarks ist so beliebig oft auf verschiedenen Laufwerken möglich. Ein Trace-basiertes Tool wird dabei einfach die Zeit messen, die es benötigt, um den aufgenommenen Trace mit allen I/O-Zugriffen zu wiederholen. Das Resultat sind direkt vergleichbare Ergebnisse, mit denen sich SSDs verschiedener Anbieter gut und relevant vergleichen lassen. Trace-basierte Benchmarks sind daher realistischer als synthetische Tests, aber deutlich einfacher und schneller in der Anwendung als Applikations-Benchmarks.



**PCMark Vantage und PCMark 7**

PCMark Vantage, der für Windows Vista vorgesehen ist, und PCMark 7, der für Windows 7 entwickelt wurde, besitzen solche aufgezeichneten Traces von echten Anwendungsszenarien. Die Anwendungen werden dabei nachgestellt und nicht tatsächlich ausgeführt. Die Leistungsmessung erfolgt somit sowohl auf System- als auch auf Komponentenebene. Die beiden Tools beinhalten eine Vielzahl von Testszenarien, aber für den Test von SSDs wählen Anwender nur die jeweils relevanten. Dies beinhaltet das Betrachten und Bearbeiten von Fotos, Videos, Musik oder anderen Medien, Gaming, digitale Kommunikation, Produktivitäts-/Office-Tests und allgemeine Storage-Tests.

**Applikations-basierte Benchmark-Tools**

Ein Applikations-Benchmark unterscheidet sich von den beiden bereits beschriebenen Typen dadurch, dass echte Anwendungen wie Microsoft Word oder Adobe Photoshop ausgeführt werden, sodass im echten Betrieb die Performance gemessen werden kann. Man wählt dabei Anwendungen, die die zu testenden Komponenten

in der Praxis auch beanspruchen. Schwierig hierbei ist die Tatsache, dass die meisten Anwendungen nicht allzu große Anforderungen an Storage-Geräte und Laufwerke setzen. Fast jede SSD ist für Alltagsaufgaben schnell genug, sodass Applikations-Benchmarks in der Regel nur minimale Performance-Unterschiede zeigen können.

**Sinnvolle Interpretation von Benchmark-Ergebnissen.**

**Messungen**

Es ist sinnvoll, sich mit den wichtigsten Kennzahlen und möglichen Messungen in der Praxis vertraut zu machen:

- Sequenzielles Lesen (Sequential read) gibt Lesegeschwindigkeiten in Megabyte pro Sekunde aus (MB/s). Damit lässt sich klar abschätzen, wie schnell ein Laufwerk in der Praxis beim Zugriff auf große Multimedia-Dateien, beim Transkodieren von Video, beim Laden von Spiele-Levels oder beim Anschauen oder Bearbeiten von Video sein wird. Die Angabe beschreibt, mit welchem Tempo das Laufwerk kontinuierlich Daten lesen und liefern kann.
- Sequenzielles Schreiben (Sequential write) bezeichnet die Geschwindigkeit in Megabyte pro Sekunde (MB/s), mit welcher eine SSD Daten entgegennehmen und somit große Dateien oder Backup-Daten ablegen kann. Die Angabe beschreibt, mit welchem Tempo das Laufwerk kontinuierlich Daten schreiben und speichern kann.
- Zufällige Lesevorgänge (Random read) werden in Input/Output-Operationen pro Sekunde (IOPS) angegeben. Damit lässt sich abschätzen, wie schnell eine SSD bei Aufgaben, wie etwa einem Virus-Scan, bei der Email-Suche im Email-Client, beim Browsen im Internet, beim Laden vieler Anwendungen, beim Booten oder bei der alltäglichen Arbeit, sein sollte. Diese Angabe beschreibt, wie viele solcher I/O-Operationen pro Sekunde das Laufwerk kontinuierlich lesend bearbeiten kann (bitte Blockgrößen und Queue-Tiefen beachten).
- Zufällige Schreibvorgänge (Random write) werden auch in IOPS angegeben und erlauben eine Einschätzung, wie schnell SSDs E-Mail und andere Daten aufnehmen oder komprimierte Daten ablegen können. Die Angabe beschreibt, wie viele I/O-Operationen pro Sekunde das Laufwerk kontinuierlich schreibend bearbeiten kann (bitte Blockgröße und Queue-Tiefen beachten).

Andere, in der Praxis gängige Bezeichnungen umfassen unter anderem die folgenden Begriffe:

- **Queue-Tiefe (Queue Depth) und Concurrent IOs:** Diese Angabe beschreibt, wie viele Befehle gleichzeitig zur Abarbeitung angereicht werden können. Diese Anfragen werden in eine Reihe gestellt (Queue), wo sie nacheinander abgearbeitet werden, sobald die SSD dies durchführen kann. Die üblichste Queue-Tiefe ist 1 (Consumer-Systeme), während Server auch bis zu 128 Kommandos offen haben können. Die Performance einer SSD hängt davon ab, auf welche Queue-Tiefen die Firmware eines Laufwerks optimiert wurde. Die Optimierung für große oder kleine Queue-Tiefen ist weder gut noch schlecht, sondern eine Wahl des Herstellers.
- **Idle Time:** Das ist die Zeitangabe, während welcher eine SSD keine Lese- oder Schreiboperationen bearbeitet.
- **Latency:** Diese Angabe beschreibt die Zeit, die zwischen einer Lese- oder Schreibforderung und der Beendigung dieser Operation vergeht.

## Ihre Ergebnisse können variieren.

Wir erinnern uns: Jede der Messungen wird von System zu System andere Ergebnisse ausgeben. Beispielsweise kann die IOPS-Leistung auf einem System abhängig sein von der Verteilung an Lese- und Schreiboperationen, von der Verteilung von sequenziellen und zufälligen Zugriffen, von der Anzahl an Threads, von der Queue-Tiefe und von den Blockgrößen, die zum Einsatz kommen. Dabei sind die Unterschiede in der Systemkonfiguration in Hardware und Software noch nicht berücksichtigt. Prozessortyp und -geschwindigkeit,

RAM-Kapazität, der Chipsatz und Storage-Controller, Treiber und BIOS-Einstellungen haben ebenfalls teils großen Einfluss.

Bei der Arbeit mit synthetischen Benchmark-Tools sollten Sie daran denken, dass die Random write-Performance mit der gewählten Zielgröße des Testspeichers variiert. Beispielsweise können kleine Zielgrößen oft nicht die Parallelisierung von SSDs nutzen, also alle vorhandenen NAND-Kanäle, sodass die Leistungsfähigkeit beim Schreiben gering ausfallen kann.

Ein anderer, wichtiger Faktor ist das Vorhandensein oder Fehlen von Kompressionstechnologie. SSDs, die Kompressionsalgorithmen einsetzen, zeigen häufig starke Einbußen in der Leistungsfähigkeit – teils bis zu 90% der angegebenen Performance-Werte – wenn die verwendeten Daten bereits komprimiert sind. Das ist beispielsweise bei JPEG-Fotos, Musik- und Videodateien oder Archiven in ZIP-, RAR- oder anderen Formaten der Fall. Tatsächlich liegen auf Systemen Zuhause und im Unternehmen bereits viele Dateitypen in komprimierter Form vor, sodass keine allzu große Leistungssteigerung durch SSD-Kompression zu erwarten ist. Samsung hat sich daher dafür entschieden, keine Kompressionstechnologie einzusetzen und im Gegenzug eine hohe, stets reproduzierbare Leistungsfähigkeit zu ermöglichen. Daher verwendet Samsung auch unkomprimierbare Daten in internen Tests.

Der beste Ansatz ist immer, verschiedene Tests durchzuführen und verschiedene Ergebnisse miteinander zu vergleichen. So kann sichergestellt werden, dass einzelne, in Isolation durchgeführte Tests, kein falsches Bild über die Leistungsfähigkeit einer SSD abgeben bzw. dass ein vollständiges Performance-Profil gezeichnet werden kann.

## Die Vorgehensweise von Samsung.

Benchmark-Tools sind große Hilfen, um die Leistungsfähigkeit von SSDs darstellen zu können, aber sie können die Performance im Alltag nicht vollständig beschreiben. Samsung SSDs verwenden keine Kompressionstechnologie, wohingegen viele Benchmark-Tests teils stark komprimierbare Daten verwenden. Daher erscheinen Samsung SSDs in manchen Benchmark-Tests nicht unter den Modellen, die unter diesen Bedingungen Bestwerte ermöglichen. Anwender heute arbeiten mit bereits komprimierten Dateien (JPEG-Fotos, MP3-Musik, MPEG-Video oder Container mit verschiedenen Formaten) und die SSD 840 Serie ist darauf ausgelegt, unabhängig von den verwendeten Daten immer gleichbleibend hohe Performance zu liefern. Die Verwendung von Kompression ermöglicht bessere Spitzenwerte bei komprimierbaren Daten zum Preis reduzierter Alltags-Performance bei vielen bereits komprimierten Datentypen. Diese Unterscheidung ist in der Praxis wichtig und kann leicht übersehen werden.

Die erwähnten Spitzenwerte in der Performance sind außerdem nicht immer maßgeblich für eine hohe Alltags-Performance. Anwender installieren Anwendungen im Schnitt selten und kopieren auch nicht ständig große Mengen komprimierbarer Daten. Viele Hersteller heben ihre Spitzen-Performance hervor und auch Samsung hätte sich dieser Vorgehensweise anschließen können. Stattdessen liegt der Samsung Fokus jedoch in hoher Alltags-Performance für Anwender wie Sie oder uns, die wir gerade dieses Dokument lesen oder verfassen. Das Erreichen von Spitzen-Positionen bei Benchmark-Tests war kein Fokus beim Design der 840 (obwohl sie dies dennoch häufig tut).

Möglichst aussagekräftige Performance-Messung erzielen Sie mit Trace-basierten Performance-Tests wie PCMark Vantage oder PCMark 7, da die Tests sehr nah an der Realität ablaufen. Wer also Benchmarks einsetzen muss um viel manuelles Testen und Ausprobieren zu vermeiden, ist mit solchen Tools gut bedient.

Letztlich sind Benchmark-Ergebnisse ein wichtiger Faktor bei der Kaufentscheidung, aber sie sollten nur einer von vielen Faktoren darstellen. Zuverlässigkeit, die Fähigkeit, Performance über die Zeit und bei wechselnden Arbeitslasten aufrecht zu erhalten, Produktqualität, Software-Dreingaben wie Migrations- und Management-Tools, Kundenservice und technischer Support sind gleichermaßen wichtig. Als die Nummer Eins bei den SSD-Herstellern für den Markt für vorinstallierte Laufwerke (PC OEMs) hat Samsung eine hervorragende Expertise bei all diesen Kriterien, sodass die 840 Serie eine erstklassige Wahl für fast jeden PC- oder Notebook-Anwender darstellt, der mit dem Computer auf hohem Niveau arbeiten möchte.



# Wieso Integration zählt.

## Die Bedeutung der vertikalen Integration bei Samsung für Sie.

Die drei wichtigsten Komponenten jeder SSD sind der NAND-Flash-Speicher, der Controller und die Firmware. Die Chips speichern Ihre wertvollen Daten. Der Controller erledigt mit der Firmware die Aufgabe der logisch gesehen einfachen und Technisch gesehen sehr aufwändigen Datenverwaltung über die Lebensdauer der SSD. Die Kommandologik innerhalb der Firmware beinhaltet auch das sogenannte signal processing, Wear Leveling, Error Correcting Code (ECC), Bad Block Management und Garbage Collection Algorithmen, Kommunikation mit dem Host-PC und die Umsetzung der Datenverschlüsselung sowie weitere Aufgaben. Die Firmware ist auf dem Flash-Speicher mehrfach redundant abgelegt und kann vom Anwender bei Bedarf aktualisiert werden, um die Funktionalität zu erweitern, wenn der Hersteller ein Update zur Verfügung stellt.

Der NAND-Flash ist eine Art großer Speicherbereich, während der Controller als Kommandozentrum für alles fungiert, was die SSD tut – dies beginnt beim Lesen und Schreiben von Daten, geht über die Ausführung der Garbage Collection bis zum Wear Leveling, sodass das Laufwerk immer hohe Leistung abgibt und zuverlässig arbeiten muss. Daher ist die Firmware, die den Controller programmiert, notwendigerweise eine der wichtigsten Komponenten für eine gute SSD, da sie aufgrund ihres Einflusses enorme Wirkung für Performance, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit hat. Die Entwicklung einer guten Firmware erfordert hohe Ingenieurserfahrung und Know-how in diesem Feld der Softwareentwicklung; gleichzeitig aber auch einen präzisen Abgleich von NAND-Flash, Controller, DRAM-Cache und anderen Komponenten. Kenntnis und Erfahrung über den verwendeten Flash-Speicher, Halbleiter-Charakteristika und Controller-Eigenarten müssen Hand in Hand gehen, um am Ende ein gutes Produkt zu erhalten.

Samsung ist einer der Anbieter, der alle technisch relevanten Schlüsselkomponenten im Haus entwickelt, abstimmt und fertigt, und der auch viel Erfahrung damit vorweisen kann – inzwischen sind es über sechs Jahre als führendes Unternehmen 1 im Markt für in Systemen integrierte SSDs.

## Selbst entwickelte Firmware.

Die Firmware programmiert den Controller und ist somit die Intelligenz hinter der Hardware. Je mehr Kontrolle ein Anbieter über die Firmware hat, um so besser und effektiver kann das Endprodukt werden. Samsung ist dabei nicht gezwungen, eine Standard-Firmware wie viele Wettbewerber zu verwenden, sondern kann eigene

Charakteristika und Funktionen implementieren, um hohe Performance sicherzustellen, Zuverlässigkeit zu gewährleisten und Fehlersuche bzw. -elimination im Haus zu ermöglichen. Haben Sie vielleicht schon einmal festgestellt, dass Samsung vergleichsweise selten Firmware-Updates zum Download zur Verfügung stellt? Das ist ein sichtbares Resultat hoher Qualität, strikter Testprozeduren und ausgereiftem Firmware-Code.

Im eher seltenen Fall eines Samsung Firmware-Updates ermöglicht es die Samsung Magician Software, dieses auf einfache Art und Weise aufzuspielen. Entsprechend wird Magician, sofern das Programm automatisch mit Windows gestartet wird, die Verfügbarkeit des Firmware-Updates bequem ankündigen. Die Installation erfordert neben dem Download meist nur ein paar Klicks innerhalb der Software. Wenn ein Firmware-Update mit Neustart eines reduzierten DOS-Betriebssystems notwendig sein sollte, beschreibt der Magician Schritt für Schritt, wie Sie ein bootfähiges USB-Laufwerk oder eine CD bzw. DVD erstellen, sodass auch dieser manchmal notwendige Vorgang einfach zu bewerkstelligen ist.

Produktstabilität und Upgrade-Fähigkeit sind jedoch nur ein Teil der Vorteile, die die Firmware-Entwicklung im Haus mit sich bringt. Gleichzeitig hat Samsung damit alle Möglichkeiten, Funktionen wie die Garbage Collection oder Wear-Leveling-Algorithmen weiterzuentwickeln – beides hat direkten Einfluss auf Performance und Langlebigkeit von SSDs. Aufgrund technischer Gegebenheiten bei NAND-Flash können SSDs zu speichernde Daten nicht einfach in eine freie Speicherstelle schreiben. Stattdessen ist eine SSD ständig damit beschäftigt, die Verwendung jeder einzelnen Speicherzelle zu überwachen, sodass alle gleichermaßen häufig zum Einsatz kommen und die Abnutzung gleichmäßig verläuft. So werden frühzeitige Ausfälle wirkungsvoll vermieden. Dieser Vorgang wird Wear Leveling genannt. Gleichzeitig kümmern sich SSDs permanent um das Freimachen von Speicherblöcken wenn diese vom Anwender oder vom Betriebssystem gelöscht werden. Dies verläuft deshalb gleichzeitig, da SSDs Daten nicht überschreiben können, ohne diese vorher zu löschen. Für einen Schreibvorgang ist es also oft notwendig, Daten zu verschieben und neu zu schreiben. Wear Leveling sichert die gleichmäßige Nutzung aller Speicherzellen und Garbage Collection stellt sicher, dass die Datenorganisation nach der logischen Löschung sinnvoll weitergeht. Die SSD schiebt also ständig Daten herum, da Schreiboperationen blockweise geschehen müssen und viel mehr Aufwand verursachen als das simple Ablegen eines oder mehrerer Bits. Jede Zelle kann nur eine begrenzte Anzahl von Schreibzyklen ausführen, bevor die elektrischen Charakteristika

sich abnutzen. Die Effektivität und die Effizienz von Wear Leveling und Garbage Collection beeinflussen somit die Haltbarkeit einer SSD direkt. Schreibzyklen sollten daher nur ausgelöst werden, wenn notwendig, und je effizienter die Verwaltungsalgorithmen arbeiten, umso länger wird eine SSD halten. Hersteller wie Samsung, die volle Kontrolle über den Flash-Speicher und den Controller sowie die Firmware haben, sind in der Lage, dies genau aufeinander abzustimmen, um eine möglichst hohe Effizienz und das beste Verhältnis zwischen Performance und Langlebigkeit zu erreichen.

## Integration zählt.

Volle Kontrolle über den Flash-Speicher, den Controller und die Firmware zu haben bringt Vorteile bei Performance und Zuverlässigkeit. Samsung hat hohes Detailwissen und viel Erfahrung zu diesen Kernkomponenten und kann diese im Entwicklungsprozess für SSDs ideal aufeinander abstimmen. Generische SSD-Controller von Fremdanbietern müssen oft verschiedene Flash-Typen unterstützen, um am Markt flexibel sein zu können, während Samsung ausschließlich die eigenen Toggle Mode NAND-Flash-Chips einsetzen kann. Alle beteiligten Ingenieure arbeiten somit an einer Spezifikation. Am Ende stehen schließlich Ihre wertvollen Daten – egal ob Zuhause oder im Unternehmen. Die Integration von NAND-Flash, Controller, DRAM und Firmware ermöglicht es Samsung, alle kritischen Komponenten für den harten Alltag abzustimmen, sodass diese ideal arbeiten. Nicht umsonst ist Samsung stolz auf seine schnellen und langlebigen SSDs.

# Der Samsung-Vorteil: Warum Sie eine Samsung SSD haben wollen.

In einem so kompetitiven Markt wie dem für SSD, kann die Wahl der richtigen SSD-Marke schwierig sein. Viele Anbieter verwenden für die gleichen Komponenten unterschiedliche Produktnamen. Für Unklarheiten sorgt oft auch eine unüberschaubar große Produktpalette. Samsung ist in der Branche besonders, denn es ist einer der wenigen vollständig integrierenden Hersteller. Dank einer langjährigen Expertise im Markt bietet Samsung seit langem eine kompakte Produktpalette benutzerfreundlicher Laufwerke. Die große Erfahrung bei SSD-Technologie und der Fokus auf einfache Nutzung stellen sicher, dass Sie sich mit Vertrauen für Samsung entscheiden können.

## End-to-End Integration.

Samsung ist einer der wenigen Hersteller, der alle technisch relevanten Komponenten selbst entwirft und fertigt. Neben dem NAND-Flash-Speicher und dem eigenen MDX- bzw. MEX-Controller stellt Samsung auch den DRAM-Cache her, den die Laufwerke als schnellen Puffer verwenden. Die vollständige Kontrolle über die Firmware bedeutet darüber hinaus, dass Samsung sein eigenes Performance-Profil implementieren kann. So werden sehr hohe Zuverlässigkeit und Performance erreicht; zudem werden bereits Fehler im Entwicklungsprozess gründlich eliminiert. Jede Komponente einer Samsung SSD wurde darauf ausgelegt, ideal mit den anderen Komponenten zusammenzuarbeiten – dieser Vorteil führt zu einem Produkt, das die Wettbewerber hinsichtlich der Performance häufig übertrifft.

## Hochwertiger NAND-Flash-Speicher.

Als Hersteller mit vollständiger vertikaler Integration besitzt Samsung NAND-Flash-Fertigungsstätten für eine Vielzahl an Speicherprodukten. Damit hat Samsung die Möglichkeit, nur die besten Speicherchips zu selektieren und für den Einsatz in SSD-Laufwerken vorzusehen. Die Chips, die auf einem Flash Wafer sitzen, sind nämlich nicht alle völlig identisch – die elektrischen Eigenschaften variieren

minimal. Samsung wählt ausschließlich die Chips, die in der Fertigung die beste Qualität, die höchste Performance und die potenziell höchste Lebensdauer versprechen. Bei SSDs handelt es sich mit um eine der anspruchsvollsten Anwendungen für NAND-Flash. Chips, die vielleicht nicht höchste Frequenzen erreichen, können für weniger anspruchsvolle Geräte wie USB-Speichergeräte verwendet werden.

## Die größte Erfahrung.

Samsung ist seit 20 Jahren einer der führenden Anbieter im Speichermarkt. In den letzten sechs Jahren war Samsung zudem einer der führenden Anbieter für vorinstallierte SSD-Lösungen. Für ein Laufwerk wie eine SSD zählt vor allem Erfahrung. Die SSD-Technologie von Samsung hat sich bei zahlreichen rigorosen Tests der großen PC-Hersteller in den letzten Jahren immer wieder bewährt, und die Ingenieure konnten bei jedem Produkt dazulernen. Nur wenige Hersteller können diese Expertise und Erfahrung für alle SSD-Komponenten vorweisen. Dies wird bei Samsung durch die niedrige Ausfallrate von durchschnittlich nur 0,05 % (AFR – Annual Failure Rate) in der Storage-Industrie deutlich. In Samsungs SSD-Portfolio kommt alles zusammen, wofür Samsung steht und was die Hersteller bei Samsung schätzen.

## Einfache Upgrade-Lösungen.

Mit der Einführung der SSD 840 Familie erweitert Samsung seinen Fokus auf Benutzerfreundlichkeit. Upgrade-Kits ermöglichen, ein wirkungsvolles PC- oder Notebook-Upgrade durchzuführen: PC-Anwender benötigen einen 3,5"-Einbaurahmen, Notebook-Anwender einen USB-zu-SATA-Adapter und für beide gibt es ein komplettes Software-Paket. Das Samsung Data Migration Tool 4.0 überspielt all Ihre Daten und die Betriebssysteminstallation in wenigen Klicks auf Ihre neue SSD. Danach vereinfacht die Samsung Magician Software in der aktuellsten Version die Laufwerksverwaltung, um den Betrieb der SSD mit Hilfe des schlüssigen Interface reibungslos und simpel zu gestalten. Die Auslegung der 840 Laufwerke ermöglicht eine Alltagsperformance, mit der Ihr System reaktionsfreudiger wird. Dabei ist schließlich auch wichtig zu erwähnen, dass die SSD ihre hohe Leistungsfähigkeit auch nach langer Nutzung aufrecht erhält. Dank der einfachen Upgrade-Lösung und vorbildlicher Leistungsfähigkeit auch bei wechselnden und hohen Arbeitslasten, ist die SSD 840 ein hervorragendes Upgrade für Ihren PC oder Ihr Notebook.

## Außerordentliche Performance.

Für Anwender, die die sehr gute Performance suchen, bietet Samsung die SSD 840 PRO an. Dank einer der aktuell höchsten I/O-Leistungen im Wettbewerbsvergleich im Alltag (bis zu 100.000 IOPS) können Anwender bis zu 15 Mal höhere Performance erwarten, als dies mit einer SATA-Festplatte möglich ist (Vergleich mit Trace-basierten Benchmarks). Gepaart mit einer sehr strengen Qualitätskontrolle und Zuverlässigkeitstests sowie Samsungs globalem Support-Netzwerk, ist die SSD 840 PRO eine willkommene Komponente für Power-User oder professionelle Anwendungen. Die Samsung Magician Software wurde ebenfalls für professionelle Anwender um einfache Diagnose- und Managementfunktionen mit einfachen, grafischen Zuverlässigkeitsindikatoren erweitert.

## Vertrauen Sie Samsung.

Samsung hat eine lange Historie mit vorbildlichen Erfolgen in der Speicherbranche. Der voll integrierte Ansatz bedeutet, dass die SSDs zu den derzeit schnellsten und zuverlässigsten Laufwerken gehören. Fortschrittliche Technologie und Produktzuverlässigkeit sowie ein klares Bekenntnis zu einem überzeugenden und auch einfachen Gesamtpaket, machen Samsung zur SSD-Marke, der Sie bei Ihrem nächsten Upgrade vertrauen können.



# Der Samsung-Vorteil: Samsung SSD für Unternehmen.

Der Markt für SSD-Produkte wird zunehmend unübersichtlich und es ist somit schwierig, einen guten SSD-Anbieter zu wählen – schließlich geht es um Unternehmensdaten. Mit 20 Jahren Erfahrung im Halbleiterbereich und einem voll integrierten Ansatz, bei dem alle technisch relevanten SSD-Komponenten von Samsung entworfen, abgestimmt und gefertigt werden, stellt Samsung mit höchster Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit eine hervorragende Wahl für SSD-Upgrades bei Unternehmenssystemen dar.

## Hervorragende Haltbarkeit und Zuverlässigkeit.

### Lang haltende und zuverlässige SSDs bedeuten geringe Downtime und wenig Wartungs- oder Reparaturkosten

Samsung ist seit 20 Jahren einer der führenden Anbieter im Halbleitermarkt. In den letzten sechs Jahren wurde Samsung zu einem der größten Lieferanten für vorinstallierte SSDs im PC-Business. Beim Design einer SSD zählt vor allem Erfahrung, denn es handelt sich nicht um eine triviale Aufgabe. Die SSD-Technologie von Samsung hat sich bei den gründlichen Tests führender Systemkunden immer wieder bewährt. Dabei konnte Samsung stets dazulernen. Heute ist Samsung im IT-Umfeld bekannt für seinen großen Fokus auf Qualität, die ein direktes Resultat des Hauptvorteils gegenüber vielen Wettbewerbern ist: Kontrolle über alle wesentlichen Komponenten des Produkts.

Anders als andere SSD-Hersteller entwirft und produziert Samsung jede technisch relevante SSD-Komponente selbst. Durch mehrere Halbleiterwerke, die NAND-Flash-Speicher herstellen, kann Samsung generell hochwertige und schnelle selbst produzierten NAND-Chips für die eigenen SSDs verwenden.

Neben dem eigenen Flash-Speicher und dem proprietären MDX- bzw. MEX-Controller fertigt Samsung auch den DRAM-Cache, der dem Controller als schneller Puffer-Speicher dient. Die Kontrolle über die Firmware hat zudem zur Folge, dass diese auf höchste Zuverlässigkeit ausgelegt werden kann und auch die Fehlerprüfung akribisch und gründlich erfolgt. Jede Komponente einer Samsung SSD ist darauf ausgelegt, mit den anderen Komponenten bestens zusammenzuarbeiten. Dank dieser Eigenschaft können Samsung SSDs einige der Wettbewerbsprodukte nicht nur in der Leistung übertreffen, sondern diese auch überleben.

Nur wenige Hersteller können großes Know-how und jahrelange Erfahrung mit allen SSD-Komponenten kombinieren. Dies wird bei Samsung über die niedrige Ausfallrate von durchschnittlich nur 0,05 % deutlich (ARF – Annual Failure Rate). Unternehmen, die auf Samsung SSDs setzen, profitieren von geringer Downtime und niedrigen Wartungs- und Reparaturkosten, seltenen Fällen von Datenverlusten und hoher Produktivität.

## Kompromisslose Performance für Unternehmen.

### Hohe Lebensdauer und kompromisslose Performance sowie niedrige IT-Kosten gepaart mit Must-have Verwaltungs- und Sicherheits-Features

Dank hervorragender Performance bei zufälligen Operationen (bis zu 100.000 IOPS) können Anwender eine Leistungssteigerung um das bis zu 15-fache gegenüber SATA-Festplatten erreichen. Auch ältere Systeme können von den Leistungszuwächsen profitieren, sodass Unternehmen ihre bisherigen Systeme länger verwenden können anstatt Geld in neue Systeme zu investieren. Das spart erhebliche Summen in einer Zeit, in der die Wirtschaft von häufigen Veränderungen geprägt ist.

Mit der 840 Serie hat Samsung eine Laufwerksverschlüsselung nach 256-Bit AES-Standard eingeführt, die vielen Unternehmen willkommen ist. Mit der Eingabe eines Festplattenpassworts im BIOS oder der UEFI-Oberfläche, werden alle Dateninhalte ohne das richtige Passwort nutzlos. Da diese Funktion in Hardware implementiert ist

und auf Controller-Ebene stattfindet, hat die Verschlüsselung keinen Einfluss auf die Performance, wie dies bei Software-Lösungen der Fall sein kann.

Neben diesen Performance- und Sicherheitsfeatures der SSD 840 Serie ist zu bemerken, dass dieses Laufwerksprodukt mit weiteren Funktionen speziell für Unternehmensanwender entwickelt wurde. Der Worldwide Name (WWN) und die LED-Statusanzeige unterstützen eine einfache Verwaltung der SSDs als Teil eines Storage Netzwerks oder RAID-Arrays. Die Samsung Magician Software wurde in den aktuellen Versionen zudem um Funktionen für SSD-Management und -Diagnose erweitert. Das beinhaltet Nutzungsstatistik und einen visuellen Indikator für die gesamten geschriebenen Daten (TBW – Total Bytes Written). Für IT-Manager ist es somit sehr einfach, den SSD-Status zu überprüfen und Laufwerke vor einem Ausfall oder Fehler im Vorfeld zu ersetzen – das spart viele Stunden an Wartungs- und Reparaturaufwand.

## Vertrauen Sie Samsung.

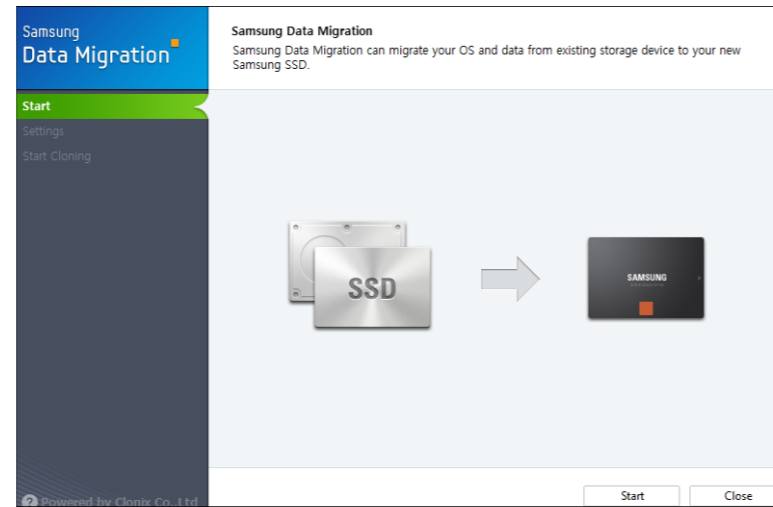
Samsung hat eine lange Erfolgsgeschichte im Speichermarkt. Mit den speziell für Unternehmen gedachten Funktionen, der überarbeiteten Management-Software und Performance der nächsten Generation, repräsentiert die 840 Serie mit 840 EVO und 840 PRO ein solides Investment für Unternehmen, die ihre vorhandenen IT-Ressourcen kapitalschonend maximieren wollen.

# Samsung Data Migration Tool 4.0.

Der einfache Weg für Installation und Verwaltung Ihrer SSD.

## Datenumzug in drei Schritten.

Das größte Fragezeichen beim Upgrade von einer Festplatte (HDD) zu einem Solid State Drive (SSD) ist das Übertragen vorhandener Daten, des Betriebssystems und vorhandener Programme. Die Data Migration Software wurde entwickelt, um weniger versierten Anwendern eine Neuinstallation oder eine aufwändige Übertragung aller Daten und Programme zu ersparen und einen einfachen Übertragungsvorgang zu ermöglichen. Statt vieler Option- und Menüseiten gibt es lediglich drei Schritte, nach welchen der Migrationsvorgang von HDD zu SSD erledigt ist.



### 1 Automatischer Disk-Scan und Diagnose

Die Data Migration Software scannt das System nach vorhandenen Laufwerken und stellt den Status übersichtlich dar. Nicht benötigte Funktionen oder Partitionen werden vor dem Anwender verborgen und die Startpartition automatisch auf die neue SSD übertragen, sodass dieser sich auf seine Systempartition mit dem Betriebssystem, den Programmen und Daten konzentrieren kann.

### 2 Empfehlung und Optionen

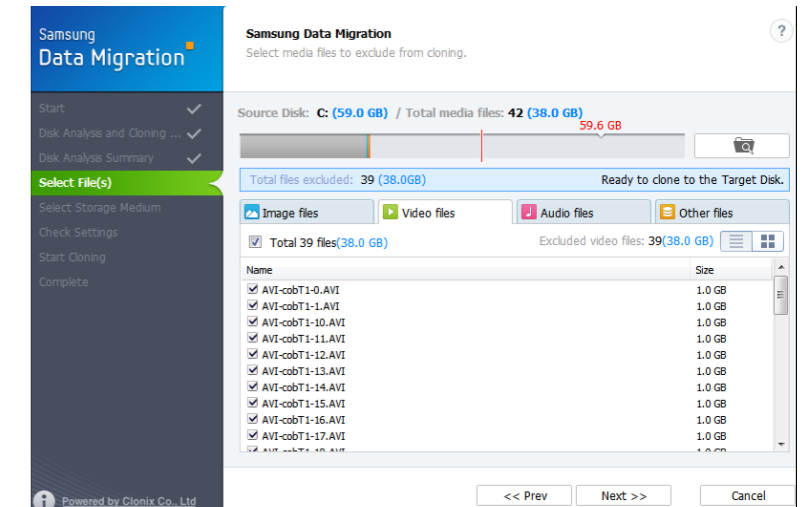
Die Data Migration Software empfiehlt eine Vorgehensweise und erlaubt es dem Anwender, den Migrationsvorgang anzupassen. Die erste Partition, die üblicherweise das Betriebssystem enthält, wird automatisch überspielt. Anwender können eine weitere Partition zum Migrationsvorgang hinzufügen, indem sie einfach im Schaubild auf diese Partition klicken. Die Migration Software wird die SSD automatisch passend partitionieren; der Anwender kann die Partitionsgrößen allerdings durch Verschieben des Trennbalkens zwischen zwei Partitionen anpassen.

### 3 Datenmigration

Die Data Migration Software erledigt nun den Rest. Alle Inhalte Ihrer Partitionen werden automatisch auf die neue SSD überspielt. Die Dauer der Migration hängt von der zu kopierenden Datenmenge und von der verwendeten Schnittstelle ab (SATA oder USB). Üblicherweise dauert der Vorgang etwa eine Stunde.

## Funktion Custom Cloning.

In vielen Fällen haben Anwender Festplatten mit 1 TB oder mehr Kapazität, während SSDs meist deutlich weniger Daten speichern können. Wenn Sie 500 GB auf einer 1-TB-Festplatte in einem Notebook auf eine SSD mit 250 GB übertragen wollen, so wird die Ziel-SSD (Target Disk) nicht genügend Speicherplatz bieten. Die „Custom Cloning“-Funktion hilft dabei, nicht zwingend notwendige Dateien auf dem Quelllaufwerk vom Migrationsprozess auszuschließen und den Vorgang gegebenenfalls dennoch zu ermöglichen.



## Die Data Migration Software verwenden.

Sie benötigen Ihren PC oder Ihr Notebook, die neue Samsung 840 SSD und wenn Sie ein Notebook verwenden, noch einen SATA-zu-USB-Adapter (im Upgrade-Kit enthalten – bitte erwerben Sie im Zweifelsfall dieses gleich mit). Die Data Migration Software ist auf der enthaltenen CD oder kann direkt online unter [www.samsung.com/samsungssd](http://www.samsung.com/samsungssd) gratis heruntergeladen werden.

Nachdem die Data Migration Software installiert wurde, schließen Sie die SSD am PC via SATA-Schnittstelle oder am Notebook via USB-zu-SATA-Adapter an und starten die Software. Beim Starten prüft die Data Migration Software automatisch vorhandene Laufwerke, sodass hier eine kurze Wartezeit auftreten kann.

Klicken Sie auf „Start“ um den Disk-Scan und die Erstdiagnose zu starten. Auf dem folgenden Bildschirm wählen Sie bitte die Option, eine zusätzliche Partition neben der Partition mit Ihrem Betriebssystem auf die neue SSD zu übertragen. Passen Sie die Partitionsgrößen nach Bedarf an und klicken Sie dann auf „Next“.

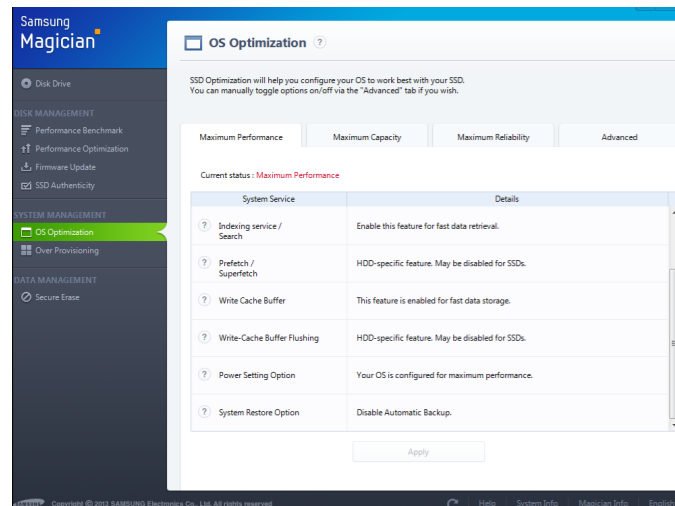
Die Data Migration Software wird alle vorhandenen Programme und Anwendereinstellungen von den ausgewählten Partitionen übernehmen. Nachdem der Vorgang abgeschlossen ist, müssen Sie das System herunterfahren und die alte Festplatte durch die neue SSD ersetzen. Stellen Sie sicher, dass in Ihrem BIOS oder der UEFI-Verwaltungsoberfläche die AHCI-Funktion aktiviert ist – sofern dies nicht schon der Fall ist.

## Das herausragende PC-Upgrade.

Der Vorgang ist recht einfach und schnell erledigt – und schon bietet das System eine enorme Reaktionsgeschwindigkeit und Effizienz. Viele Anwender glauben kaum, dass ein System nach dem SSD-Upgrade tatsächlich im übrigen unverändert ist, wenn man erlebt, wie schnell Systeme mit SSD beispielsweise booten. Dank der Data Migration Software können Sie die gleichermaßen schnellen, langlebigen und zuverlässigen Samsung SSDs nun mit wenig Aufwand in Betrieb nehmen.

# Samsung Magician Software.

## OS-Optimierungsfunktion im Überblick.



### Einführung.

Mit der Magician-Version 4.0 hat Samsung eine Reihe an Änderungen und Erweiterungen der Management-Software eingeführt, die das Programm verglichen mit den Vorversionen zugänglicher und einfacher machen – vor allem für technisch weniger versierte Anwender. Das Anwender-Interface beinhaltet einfach verständliche, visuelle Anzeigen, die den Status der SSD und auch die gesamten geschriebenen Daten (TBW – Total Bytes Written) auf einen Blick anzeigen. Anwender können die SATA- und AHCI-Kompatibilität ebenfalls auf einfache Weise prüfen, ohne ein Handbuch oder andere Programme heranziehen zu müssen. Auch das Benchmarking-Feature wurde überarbeitet, sodass die Leistungsfähigkeit der neuen Samsung SSD nun klarer dargestellt wird.

Die größten Unterschiede bringt die Software ab Version 4 jedoch bei der Betriebssystemoptimierung. Drei elementare Optimierungsprofile stehen zur Verfügung (Maximum Performance, Maximum Capacity, Maximum Reliability); dazu kommen ausführliche Informationen zu jeder Systemoption und warum diese jeweils ein- oder ausgeschaltet wird. Diese Überarbeitung sollte die bei früheren Versionen offenen Fragen beantworten und das Magician-Team ist stolz auf die zahlreichen Verbesserungen.

### Optimierungsprofile.

Die neuen Optimierungsprofile wurden bewusst so gewählt, dass sie die drei häufigsten Anwenderanforderungen beantworten: der Wunsch nach maximaler Performance, die größtmögliche Speicherkapazität oder die Sicherstellung der größtmöglichen Lebensspanne und Zuverlässigkeit. Jeder Reiter zeigt dabei die jeweils relevanten Betriebssystemeinstellungen an und ob diese in diesem Profil aktiv oder inaktiv sind. Zusätzlich erhalten Anwender eine kurze Beschreibung der jeweiligen Einstellung und Samsungs Empfehlung zu jedem Punkt nach einem Klick auf den Button „Help“.

Das Profil „Maximum Performance“ verringert die Lebenserwartung der SSD ein wenig – das ist der Preis für die bestmögliche Leistungsfähigkeit. Funktionen wie der Hibernationsmodus (Ruhezustand) von Windows, virtueller Speicher und die Indizierung sind aktiv, was zusätzliche Schreiboperationen auf die SSD verursachen kann.

Das Profil „Maximum Capacity“ deaktiviert Funktionen, die eine größere Menge an Speicherplatz voraussetzen. Dazu zählen der Hibernationsmodus (Ruhezustand), virtueller Speicher und automatisches Backup; sie alle veranschlagen eine vergleichsweise große Menge an Speicherplatz. Diese Option ist sinnvoll für Anwender, die eine SSD mit geringer Speicherkapazität gekauft haben und möglichst viel Platz für eigene Dateien zur Verfügung haben wollen.

Die Option „Maximum Reliability“ stellt sicher, dass Funktionen, welche viele Schreibvorgänge auslösen, deaktiviert sind. Am Ende steht das Ziel, die Langzeithaltbarkeit der SSD zu maximieren. Der Grund ist der technische Umstand, dass jede Flash-Speicherzelle und somit jede SSD eine begrenzte Anzahl an Schreibzyklen umsetzen kann. Auch wenn diese Anzahl im Alltag sehr selten überhaupt erreicht wird, so stellt der Maximum Reliability-Modus eine zusätzliche Lebenszeitverlängerung dar. Funktionen wie Indizierung, der Hibernationsmodus (Ruhezustand), virtueller Speicher oder automatisches Backup werden hierbei abgeschaltet, um Schreibvorgänge zu vermeiden, die technisch nicht zwingend notwendig sind.

Mit den Modi „Maximum Capacity“ oder „Maximum Reliability“ können leichte Performance-Einbußen auftreten. Dies ist insbesondere der Fall, wenn das System aus dem Ruhemodus wieder erwacht. Jedoch sorgen die hohen Schreib- und Leseraten der SSD dafür, dass Anwender in jedem Fall trotzdem spürbare Mehrleistung gegenüber traditionellen Festplatten (HDD) erhalten.

Es ist jederzeit möglich, eine anpassbare Konfiguration über den Reiter „Advanced“ auszuwählen. Power-User werden diese Option zu schätzen wissen, da dort alle Betriebssystemfunktionen übersichtlich dargestellt sind und einfach ein- oder ausgeschaltet werden können.

### Erklärung der Betriebssystem-Optionen.

#### Hibernationsmodus (Ruhezustand)

Der Ruhezustand erlaubt schnellere Neustartzeiten (vor allem bei Notebooks), indem der aktuelle Systemzustand komplett aus dem Hauptspeicher in die Ruhezustandsdatei hiberfil.sys geschrieben wird sobald der Rechner in den Ruhezustand versetzt und abgeschaltet wird. Windows 7 oder 8 reserviert automatisch bis zu 75 % der Hauptspeicherkapazität auf dem Systemlaufwerk für die Datei hiberfil.sys – auch wenn diese Größe vielleicht nicht benötigt wird. Wenn der Rechner in den Ruhezustand wechselt, wird der DRAM-Inhalt auf die SSD geschrieben. Da dies immer zusätzliche Schreiboperationen erzeugt und einen spürbaren Anteil der SSD beansprucht, ist diese Funktion in den Profilen „Maximum Capacity“ sowie „Maximum Reliability“ ausgeschaltet. Notebook- oder PC-Anwender, die ihr System häufig kurzzeitig verlassen, dann aber schnelle Verfügbarkeit schätzen, können die Funktion im Reiter „Advanced“ wieder aktivieren. Vor allem wenn die SSD ausreichende Kapazität anbietet, macht dies Sinn.

#### Virtueller Speicher

Um unzureichenden Hauptspeicher auszugleichen stellt Windows grundsätzlich eine so genannte Auslagerungsdatei auf dem Systemlaufwerk zur Verfügung. Diese Datei heißt pagefile.sys und wurde früher, als RAM-Speicher noch sehr teuer war, häufig genutzt. Das Betriebssystem sieht hier bei kleinen Speichergrößen eine Verdoppelung vor; so wird Windows 4 GB virtuellen Speicher auf der Auslagerungsdatei vorsehen, wenn der RAM-Speicher 4 GB groß ist. Bei 32 GB Speicher und einem 64-Bit-Betriebssystem werden 32 GB auf der SSD reserviert. Dieser reservierte Speicherplatz wird anhand des tatsächlichen Bedarfs dynamisch zugewiesen; tatsächlich ist der Speicherbedarf vieler Anwendungen nicht so groß, dass RAM und virtueller Speicher nicht ausreichen sollten. Es ist daher gerade bei großen Speichergrößen möglich und teils ratsam, den virtuellen Speicher zu reduzieren. Der Nebeneffekt sind Performance-Vorteile und Zugewinne bei der Langzeitzuverlässigkeit.

Die Konfiguration „Maximum Performance“ verwendet die Standardeinstellungen von Windows für den virtuellen Speicher. Der Magician wählt allerdings eine Größe zwischen 100 MB und 1 GB virtuellen Speicher, wenn Sie die Option „Maximum Capacity“ oder auch „Maximum Reliability“ wählen. Eine Mindestmenge an virtuellem Speicher ist für manche Anwendungen notwendig; daher wählt die Magician 100 MB anstelle einer kompletten Abschaltung des virtuellen Speichers. Systeme, die für längere Zeit am Stück laufen – wir sprechen von Tagen oder Wochen ohne Neustart – könnten hier und da auch an Speichergrenzen gelangen. Daher sieht die Samsung Magician Software hier ein gesundes Maximum von 1 GB an virtuellem Speicher vor. Wieder kann dies im Reiter „Advanced“ individuell angepasst werden.

#### Indexing und Suche

Windows indiziert automatisch alle Anwenderinhalte, um eine schnelle Suche auf der Festplatte bzw. der SSD zu ermöglichen. Wer die Suche also häufig verwendet, beispielsweise um in Microsoft Outlook nach E-Mails zu forschen, sollte diese Funktion unbedingt einschalten. Dies kann wieder im Reiter „Advanced“ geschehen und sorgt dafür, dass die Suche praktisch verzögerungsfrei Resultate ausgibt. Wer diese Funktion noch nicht einmal kennt, kann dieses Feature über die Samsung Magician Software getrost abschalten.

Die Indizierung arbeitet ständig im Hintergrund und erzeugt eine recht große Menge an zufälligen Lese- oder Schreibzugriffen, daher ist die Funktion im Profil „Maximum Reliability“ abgeschaltet. Samsung geht davon aus, dass die Vorteile der Suche, die erhöhte Beanspruchung der SSD auf die Dauer gesehen nicht aufwiegen.



Wenn Sie sich für die Größe Ihrer Indizierungsdatei interessieren, suchen Sie die versteckte Systemdatei windows.edb in folgendem Pfad:

Windows Vista, Windows 7 oder Windows 8  
C:\ProgramData\Microsoft\Search\Data\Applications\Windows\Windows.edb

Windows XP  
C:\Documents and Settings\Application Data\All Users\Microsoft\Search\Data\Applications\Windows\Windows.edb

### Prefetch/Superfetch

Windows legt häufig benötigte Gerätetreiber und oft verwendete Anwendungen selbst gerne im Hauptspeicher ab, um die Ladezeiten zu verkürzen. Wenn diese Funktion jedoch deaktiviert ist, so kann das System auf mehr freien Hauptspeicher (RAM) zurückgreifen. Da SSDs über nur minimale Zugriffszeiten verfügen und Daten oder Anwendungen fast verzögerungsfrei ausliefern bzw. starten können, empfiehlt es sich, beim Einsatz einer SSD auf Superfetch zu verzichten. Daher wird diese Funktion bei allen Profilen deaktiviert.

### Schreib-Cache

Caching bezeichnet generell die Nutzung eines schnellen Gerätes zusammen mit einem langsamen Gerät zur vorausschauenden oder initialen Speicherung von Daten. Ziel ist die Steigerung der Gesamt-Performance. Applikationen oder Storage-Geräte wie HDDs oder SSDs können Windows Kommandos geben, um Daten kurzfristig erst im schnellen DRAM-Cache abzulegen, anstatt diese sofort auf das Laufwerk zu schreiben. Damit lässt sich kurzfristig die Geschwindigkeit steigern, denn selbst NAND-Flash ist erheblich langsamer als DRAM-Speicher. Samsung empfiehlt, diese Funktion einzuschalten. Sollte sie ausgeschaltet sein, so sinkt die Performance für zufällige Lese- oder Schreibzugriffe deutlich. Der Einsatz von Schreib-Caching hat dagegen keinen Einfluss auf die Lebensdauer einer SSD; deswegen ist diese Funktion immer eingeschaltet.

Write-Caching hat jedoch den Nachteil, dass ein Stromausfall während eines Schreibvorgangs, der noch nicht vollständig beendet ist, die Daten also noch nicht auf der Festplatte oder der SSD angekommen sind, unweigerlich zu Datenverlust führt. Dies wäre auch der Fall, wenn man ein Laufwerk im Betrieb und während eines Schreibvorgangs unter Cache-Nutzung entfernen würde. Dies liegt daran, dass DRAM ein flüchtiger Speicher ist und Daten nur solange halten kann, wie eine Spannung anliegt. Ein Stromausfall vernichtet somit immer alle Daten im Hauptspeicher und somit auch gegebene

nenfalls solche Daten, die bereits im Cache geschrieben wurden, aber noch auf die SSD übertragen werden müssen.

Generell ist das Risiko eines solchen Datenverlusts recht gering, da PCs und Desktops sehr oft Ruhephasen haben (idle time) und Daten schnell auf die SSD schreiben. Notebooks haben zudem Akkuenergie, die nicht plötzlich abbricht. Für Unternehmenssysteme im Enterprise-Segment sollte die Funktion abgeschaltet sein, wenn keine unterbrechungsfreie Stromversorgung sichergestellt ist.

### Schreib-Cache-Leerung (Flushing)

Ein Laufwerksdefekt oder Stromausfall inmitten eines Schreibvorgangs aus dem Schreib-Cache von Windows führt zu Datenverlust. Der Schreib-Cache kann gezielt geleert werden, um die Datenintegrität sicherzustellen, was vor allem für SSDs in Server-Anwendungen interessant ist. Da alle Profile der Samsung Magician Software Schreib-Caching einsetzen, ist auch die Cache-Leerung immer standardmäßig aktiviert, was Samsung in der Regel auch empfiehlt. Wenn Performance für Sie allerdings wichtiger ist als maximale Datenintegrität, so können Sie die Cache-Leerung auch manuell abschalten, sodass weniger Schreib-Kommandos aus Integritätsgründen an die SSD geschickt werden.

### Stromverbrauchsoptionen

Samsung SSDs unterstützen DIPM (Device Initiated Power Management). Dank dieses Features können SSDs bei Inaktivität in einem Strom sparenden Modus wechseln, z. B. wenn keine Daten gelesen oder geschrieben werden. In den meisten Systemen verbringen SSDs dank ihrer hohen Schreib- und Leseleistung tatsächlich die meiste Zeit ohne viel Aktivität, sodass diese Funktion deswegen besonders lohnt. Der Anwender kann die bevorzugten Energie-Einstellungen in der Windows-Systemsteuerung im entsprechenden Menüpunkt anpassen. Dieser ist auch über den „Advanced“-Reiter im Magician zu erreichen.

Wählen Sie entweder den Stromsparmmodus oder den Performance-modus – je nach Ihren individuellen Erfordernissen. Notebook-Anwender sind meist mit dem Stromsparmmodus am besten bedient, während PC-Anwender vor allem auf maximale Leistung gehen dürften. Die Standardwahl für den Magician ist „High Performance“, da SSDs ohnehin deutlich weniger Energie benötigen als jede noch so sparsame Festplatte und da Samsung SSDs die DIPM-Funktion beherrschen. Diese setzt das Laufwerk in einen Schlafmodus wenn es nicht benötigt wird, sodass zusätzlich Energie eingespart wird.

### Wiederherstellungs-Optionen

Die Backup- und Recovery-Funktion von Windows macht es möglich, das komplette System zu sichern, um im Fall von Problemen einen bestimmten Zeitpunkt durch ein Systemabbild komplett wiederherstellen zu können. Bei allem Nutzen beansprucht diese Funktion eine große Menge an Speicherplatz und produziert darüber hinaus viele zusätzliche Schreibzugriffe; aus diesem Grund wird die Funktion in allen Profilen deaktiviert. Anwender sind meist besser bedient, wenn man eine nicht in Windows integrierte Backup-Lösung mit einer externen Festplatte oder anderen Speichergeräten verwendet, um Systemversagen vorzubeugen. Wenn mehrere Festplatten im System vorhanden sind, können Anwender statt dessen auch den Speicherort für das System Restore anpassen. Die Auswahlbox ist ebenfalls im Reiter „Advanced“ des Magician zugänglich.

## Zusammenfassung.

Die Betriebssystemoptimierung der Magician-Version 4.0 repräsentiert nur eine von zahlreichen Verbesserungen der Samsung Software. Die Advanced-Option bietet hier ein zentrale, einfach zu verwendende Oberfläche und eliminiert für Upgrade-Anwender Komplexität und Stolpersteine beim Upgrade-Prozess. Anwender können vordefinierte Profile wählen und zu jeder Zeit wechseln, womit der Magician 4.0 ein neues und sehr wirkungsvolles Tool geworden ist.



## Mitwirkende.

### **Brand Product Marketing Team**

Sung-Hee Lee, Director  
Woody Yang, Senior Manager  
Justin Erfort, Assistant Manager  
Kyung-Min Lee, Assistant Manager

### **Flash Software Development Team**

Sungchul Kim, Principal Engineer  
Jisoo Kim, Senior Engineer  
Jong Tae Park, Senior Engineer  
Pilsung Kang, Senior Engineer

### **Application Engineering Group**

JB-JongBaek Chang, Principal Engineer  
Jeff Kim, Senior Engineer

### **Flash Memory Planning Team**

Eric Hong-seok Chang, Senior Engineer

### **Controller Development Team**

Myeongeun Hwang, Principal Engineer

Mehr Informationen zu Samsung Produkten  
finden Sie unter [www.samsung.de](http://www.samsung.de)



Jetzt Fan von  
Samsung Deutschland  
auf Facebook werden!

[facebook.com/SamsungDeutschland](https://facebook.com/SamsungDeutschland)

Samsung Electronics GmbH  
Am Kronberger Hang 6  
65824 Schwalbach/Taunus  
[www.samsung.de](http://www.samsung.de)  
Info: 0180 6 726 78 64\*  
oder 0180 6 SAMSUNG\*  
Fax: 06196 934 02 88

\* 0,20 €/Anruf aus dem dt. Festnetz,  
aus dem Mobilfunknetz max. 0,60 €/Anruf,  
(aus dem Ausland abweichend).

**SAMSUNG**