

Was Sie über Solid State Drives (SSDs) wissen sollten

Stellen Sie sich diesen schnellen Start in den Tag vor: Sie fahren Ihren Laptop hoch, starten eine Anwendung und öffnen eine große Datei – und das alles im Handumdrehen. Klingt faszinierend? Raten Sie, welche der Komponenten Ihres Computers eine große Rolle bei der Ermöglichung dieser Geschwindigkeit spielt. Wenn Sie mit „Solid State Drive (SSD)“ geantwortet haben, dann liegen Sie richtig. Selbst wenn Ihr Prozessor ohne schnelle Speicherung Milliarden von Zyklen pro Sekunde verarbeiten kann, müssen Sie möglicherweise auf Daten warten.

Vielleicht sind Sie auf der Suche nach einem neuen Laptop. Oder vielleicht ist Ihr aktuelles System langsam. Mit der richtigen SSD können Sie Ihre Computing-Erfahrung beschleunigen. Da SSDs Ihre Computing-Erfahrung so nachhaltig beeinflussen können, lohnt es sich, mehr über sie zu erfahren.

Dieses Whitepaper erklärt, was Sie über SSDs wissen müssen, um schnelleres Computing zu erleben. Es beginnt mit den Grundlagen der Computerspeicher- und SSD-Technologie und taucht dann in die Details der Auswahl der richtigen SSD ein – unabhängig davon, ob Sie ein neues Computersystem kaufen oder Ihr vorhandenes System aufrüsten möchten.

Computerspeicher

SSDs sind Solid-State-Speichergeräte. Sie haben keine beweglichen Teile, im Gegensatz zu Festplattenlaufwerken (HDDs), die Aktuatorarme und sich drehende Scheiben haben. Infolgedessen bieten SSDs eine schnellere Erfahrung als HDDs. Und da SSDs ohne störanfällige mechanische Teile auskommen, sind sie zuverlässiger. SSDs sind kleiner als HDDs (siehe Abbildung 1), sparen entscheidend Platz in Systemen und verbrauchen weniger Strom. HDDs sind im Allgemeinen – je nach Kapazität – zu niedrigeren Preisen erhältlich, obwohl sich die Lücke schließt (siehe Abbildung 2).¹

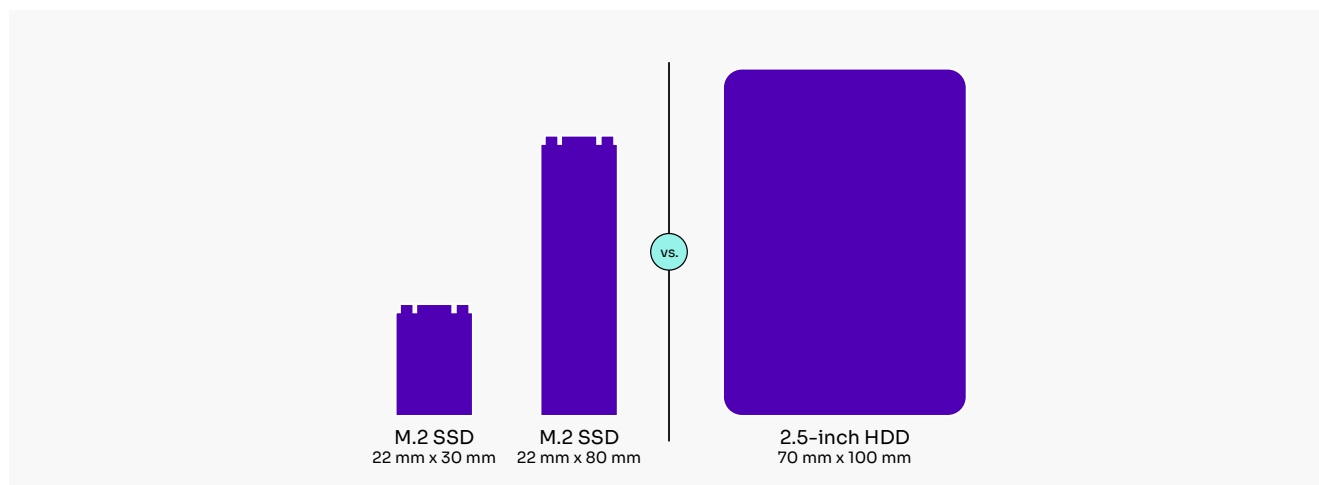


Abbildung 1. Relative SSD-Formfaktoren im Vergleich zu HDD-Formfaktoren

Die heutigen SSDs verwenden die NAND-Flash-Technologie, eine Art Speichertechnologie, die Daten auch dann behält, wenn das System ausgeschaltet ist. NAND-Flash bietet Speicher mit hoher Dichte mit schnellen Lese-, Schreib- und Löscheschwindigkeiten.²

Da die SSD-Preise gesunken sind, sind OEM-Computerhersteller dazu übergegangen, SSDs anstelle von HDDs als primäres Speicherlaufwerk zu verwenden. Sogar größere Gaming-Computer werden jetzt mit SSDs ausgeliefert. In einigen Fällen verfügt ein Desktop-Computer möglicherweise über beides: eine als Startlaufwerk installierte SSD und eine als Speichermedium mit größerer Kapazität installierte Festplatte.³

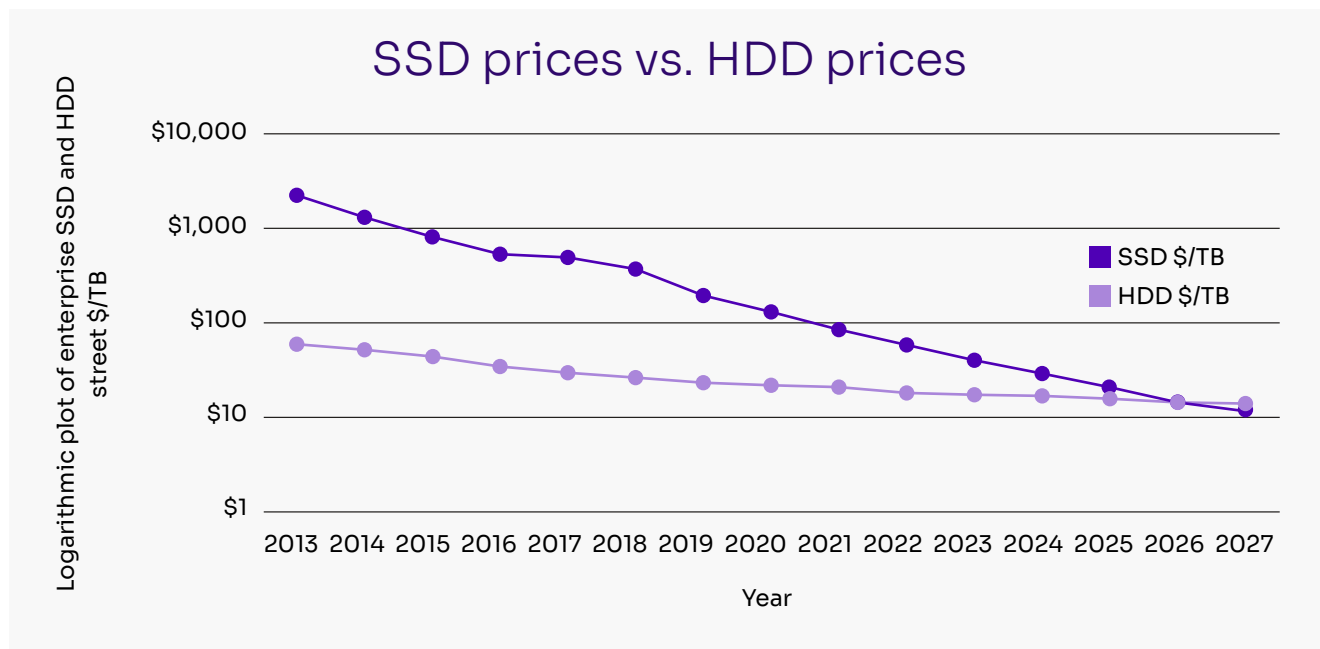


Abbildung 2. Wikibon prognostiziert, dass der Preis von SSDs um das Jahr 2026 unter den Preis von HDDs fallen wird¹

Solidigm ist ein weltweit führender Anbieter innovativer NAND-Flash-Speicherlösungen. Aus der Kombination von Intels langjähriger Innovation bei Speicherprodukten und der internationalen Führung und Größe von SK Hynix in der Halbleiterindustrie hervorgegangen, wurde Solidigm im Dezember 2021 eine eigenständige US-Tochtergesellschaft unter SK Hynix.

SSD-Technologie

Der NAND-Flash in SSDs verwendet einen Transistor (auch als Zelle bezeichnet), um Informationen als Bits in binärer Form zu speichern. SSDs sind nicht flüchtig – das heißt, Informationen bleiben erhalten, wenn das Gerät ausgeschaltet ist. Der erste nicht flüchtige NAND-Flash, der Ende der 1980er-Jahre auf den Markt kam, war eine Single-Level-Cell (SLC): Das bedeutet, dass es ein Bit pro Zelle und zwei Ladungsstufen gab, die entweder eine Eins oder eine Null anzeigten.⁴

Entwicklung von NAND

Da die anfänglichen Kosten für NAND-Flash hoch waren (1991 betragen die Kosten für eine SSD etwa 50.000 USD/GB, während die Kosten heute nur noch 0,10 USD/GB betragen),^{5,6} und weil Benutzer immer größere Datenmengen speichern müssen, haben Flash-Hersteller daran gearbeitet, die Anzahl der in jeder NAND-Flash-Zelle gespeicherten Ladungen zu erhöhen. Dies führte Ende der 1990er-Jahre zur Entwicklung von Multi-Level-Cell (MLC) NAND. Triple-Level-Cell (TLC) NAND und Quad-Level-Cell (QLC) NAND kamen um 2010 auf den Markt und lieferten Speicher mit höherer Kapazität zu noch niedrigeren Kosten. In der Vergangenheit führten dichtere Zellen zu einer langsameren Rechenleistung und

einem schnelleren Verschleiß der Zellen. Herstellerinnovationen haben diese beiden Probleme behoben, sodass die beliebtesten NAND-Flash-Technologien für Verbraucher-SSDs jetzt die dichtesten sind: TLC und QLC NAND.⁷

Nachfolgend finden Sie eine Zusammenfassung der verschiedenen Flash-Typen:

- **SLC:** Speichert ein Bit pro Zelle mit zwei Ladestufen.
- **TLC:** Speichert drei Bit pro Zelle mit acht Ladestufen.
- **MLC:** Speichert üblicherweise zwei Bit pro Zelle mit vier Ladestufen.
- **QLC:** Speichert vier Bit pro Zelle mit 16 Ladestufen.

Mit der Entwicklung mobiler Geräte waren Flash-Hersteller bestrebt, den für NAND-Flash erforderlichen Gesamtplatz zu verkleinern: 3D-NAND-Flash kam 2012 auf den Markt. Diese Technologie erreicht höhere Dichten, indem Zellen vertikal in mehreren Schichten gestapelt werden.

Schnittstellentechnologie

Die ersten Flash-basierten SSDs verwendeten ältere physische Schnittstellen, Protokolle und Formfaktoren von Parallel Advanced Technology Attachment (PATA), Serial-Attached SCSI (SAS) und Serial ATA (SATA), die für die Festplattenspeicherung entwickelt wurden. Dieser Ansatz minimiert Änderungen in bestehenden Computersystemen. Diese Schnittstellen und Protokolle wurden jedoch nicht für Hochgeschwindigkeitsspeichermedien entwickelt. Mit zunehmender Geschwindigkeit von SSDs sind diese Schnittstellen zu Leistungsengpässen geworden.

Um schnellere SSDs zu ermöglichen, sind die Hersteller auf PCI Express (PCIe) umgestiegen, einen Schnittstellenstandard, der speziell für die Verbindung von Hochgeschwindigkeitskomponenten entwickelt wurde. Der PCIe-Standard wurde 2003 eingeführt, und Mitte der 2000er-Jahre wurden die meisten Computer mit PCIe-Steckplätzen ausgeliefert. Heutzutage laufen die meisten SSDs auf PCIe 3.0 oder PCIe 4.0. Beachten Sie, dass die kommerzielle Produktion neuen Standards hinterherhinkt (siehe Tabelle 1).⁸

Tabelle 1. PCIe-Generationen und -Geschwindigkeiten⁹

PCIe-Generation	Jahresstandard definiert	Bandbreite
PCIe 1.0	2003	8 GB/s
PCIe 2.0	2007	16 GB/s
PCIe 3.0	2010	32 GB/s
PCIe 4.0	2017	64 GB/s
PCIe 5.0	2019	128 GB/s

PCIe-Steckplätze gibt es in verschiedenen physikalischen Konfigurationen: x1, x4, x8, x16, x32. Die Zahl nach dem x gibt an, wie viele Lanes (wie Daten zur und von der PCIe-Karte reisen) ein PCIe-Steckplatz hat. Beispielsweise hat PCIe x4 vier Spuren. Die Datenübertragung erfolgt seriell über jede Spur, aber je mehr Spuren parallel verlaufen, desto höher ist die Datenübertragungsrate. Verbraucher-SSDs unterstützen normalerweise entweder zwei oder vier PCIe-Lanes.

NVM Express (NVMe) ist ein Hochleistungsprotokoll, das entwickelt wurde, um eine Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung über PCIe-Busse zu ermöglichen. Das NVMe-Protokoll nutzt parallele PCIe-Datenpfade mit niedriger Latenz. Ein PCIe-Bus, auf dem ein NVMe-Protokoll ausgeführt wird, wird als „PCIe NVMe“ bezeichnet, obwohl Sie ihn möglicherweise einfach als „PCIe“ oder „NVMe“ geschrieben sehen.

Formfaktor

Neben verschiedenen Schnittstellen gibt es SSDs in verschiedenen Formfaktoren. Wenn Sie eine Festplatte ersetzen oder Ihre aktuelle SSD aufrüsten, konsultieren Sie das Handbuch Ihres Computersystems, um den Formfaktor, die Schnittstelle und das Datenübertragungsprotokoll zu bestätigen, die für Ihr Computersystem erforderlich sind. Höchstwahrscheinlich ist Ihr SSD-Formfaktor entweder eine 2,5-Zoll-SSD (Abbildung 3) oder eine M.2-SSD (Abbildung 4).



Abbildung 3. Beispiel einer 2,5-Zoll-SSD

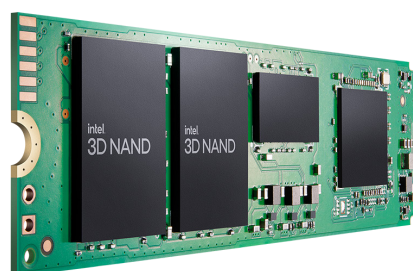


Abbildung 4. Beispiel einer M.2-Formfaktor-SSD

Die gebräuchlichste Busschnittstelle für eine M.2-SSD ist PCIe, auf dem das NVMe-Protokoll ausgeführt wird. Möglicherweise sehen Sie jedoch eine M.2-SSD mit einer SATA-Schnittstelle. Eine 2,5-Zoll-SSD kann eine SATA-Schnittstelle haben und das SATA-Protokoll oder eine PCIe-Schnittstelle und das NVMe-Protokoll ausführen. Tabelle 2 beschreibt Formfaktoren und gemeinsame Schnittstellen und Protokolle.

Tabelle 2. Gängige Schnittstellen und Formfaktoren

Formfaktor	Größe	Schnittstelle	Protokoll
2,5-Zoll-SSD	2,5-Zoll	SATA	SATA
2,5-Zoll-SSD (U.2)	2,5-Zoll	PCIe	NVMe
M.2 2280	22 mm x 80 mm	PCIe	NVMe
M.2 2230	22 mm x 30 mm	PCIe	NVMe

Dauerbelastbarkeit

Aufgrund seiner Architektur hat NAND-Flash eine Lebensdauergrenze. Dies bedeutet, dass NAND nur eine bestimmte Anzahl von Malen neu geschrieben (oder programmiert) werden kann, bevor es schwierig wird, es zu schreiben (oder zu programmieren), was zu Schreib- und Lesefehlern führt. Glücklicherweise hat sich die NAND-Flash-Technologie so weiterentwickelt, dass die Wahrscheinlichkeit gering ist, dass ein Verbraucher genügend Daten auf eine moderne TLC- oder QLC-NAND-SSD schreibt, damit die Zuverlässigkeit zu einem Problem wird. Beispielsweise kann eine 1 TB Solidigm™ 670p SSD mit einer Ausdauerbewertung von 370 TBW über einen Garantiezeitraum von fünf Jahren auf das Äquivalent von mehr als 200 GB pro Tag geschrieben werden, bevor Lese- und Schreibfehler erkennbar werden. Dies entspricht dem Import von mehr als 33.700 Fotos (jeweils 6 MB JPEG) pro Tag, dem Speichern von mehr als 225.000 Dokumenten (900 kB groß) pro Tag oder der 13-maligen Installation des Spiels Dota 2 (15 GB) pro Tag über fünf Jahre hinweg.¹⁰

SSD-Hersteller geben normalerweise geschriebene Terabytes (TBW) und einen Garantiezeitraum für eine SSD an. Beispielsweise spezifiziert Solidigm seine 2 TB Solidigm 670p SSD mit 740 TBW mit einer fünfjährigen eingeschränkten Garantie.

geschriebene Terabytes (TBW)

TBW ist eine Metrik, die zur Charakterisierung der SSD-Schreibdauer verwendet wird. TBW beschreibt, wie viele Daten über die Lebensdauer des Laufwerks auf eine SSD geschrieben werden können. Ein 1-TB-Laufwerk mit einer Bewertung von 370 TBW und einer fünfjährigen Garantie ermöglicht es einem Benutzer beispielsweise, fünf Jahre lang jeden Tag weit über 200 GB zu schreiben – eine Zahl, an die die meisten Verbraucher nicht einmal annähernd herankommen.

Zuverlässigkeit

Mit zunehmender Zelldichte von NAND-Flash (die Zellen liegen näher beieinander) steigt die Anzahl der möglicherweise auftretenden Lese- oder Schreibfehler. Fehlerkorrekturcode (ECC)-Software innerhalb der SSD beseitigt diese Fehler. SSD-Industriestandards verlangen, dass die nicht behebbare Bitfehlerrate (UBER) unter einem sehr kleinen Schwellenwert gehalten wird: weniger als eins zu einer Billiarde (10^{15}). Wenn Sie beispielsweise die UBER-Spezifikation für das 2-TB-Laufwerk der Solidigm 670p-Serie lesen, sehen Sie, dass die angegebene Fehlerrate weniger als einen Sektor pro 10^{15} gelesenen Bits beträgt.

In der Regel erreichen Verbraucheranwendungen nicht den Ausdauer-Schreibschwellenwert für SSDs, und die ECC-Software verwaltet Fehler, sodass Ausdauer und Zuverlässigkeit keine Probleme darstellen.

Die Zukunft von Flash

Heute ist TLC der SSD-Spitzenreiter für Laptops und Desktops. QLC, jetzt in der vierten Generation, entwickelt sich jedoch stark. Mit der Weiterentwicklung der QLC-Technologie und der Herstellungsprozesse nähern sich QLC-Geschwindigkeit und -Haltbarkeit denen von TLC an.

Flash-Hersteller finden innovative Wege, um die Leistung von SSDs über die Hardware hinaus zu steigern. Beispielsweise implementiert Solidigm innovative Caching-Ansätze in der SSD-Firmware, die zu einer höheren sequenziellen Lese- und Schreibleistung führen. Das Unternehmen investiert auch in neue Speichertreiber mit Warteschlangen-, Host-verwaltetem Caching- und Prefetching-Funktionen, die die Speicher- und Abrufgeschwindigkeit erhöhen.

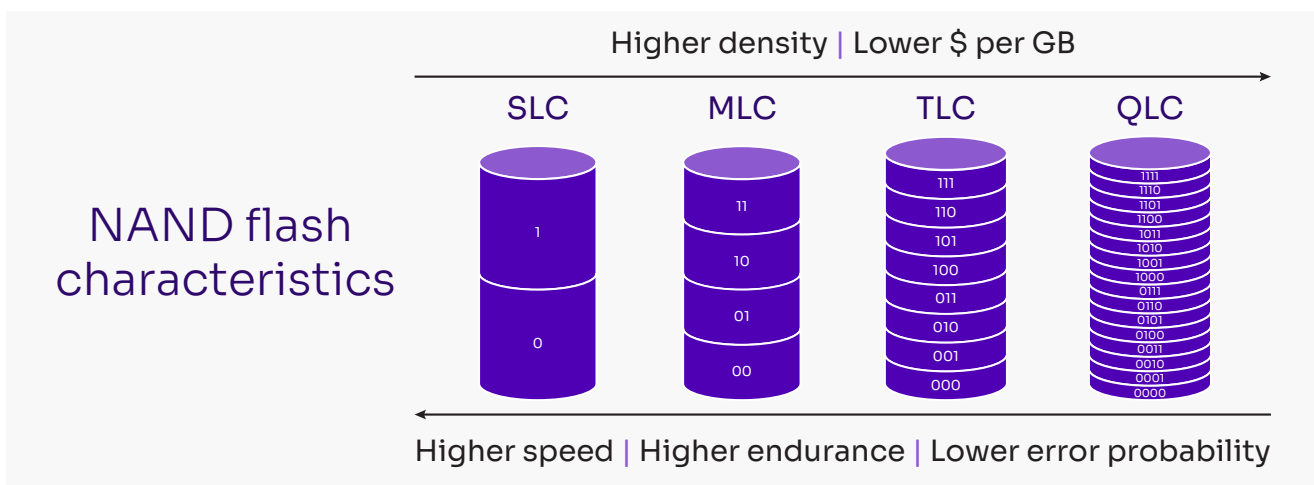


Abbildung 5. Zusammenfassung der NAND-Flash-Eigenschaften nach Technologie

Auswahl Ihrer SSD

Stellen Sie die Informationen zusammen, die Sie wissen müssen, um die richtige SSD auszuwählen, indem Sie die folgenden Fragen beantworten:

1. Was ist Ihr Computerprofil oder Anwendungsfall?
2. Wie sollten Sie SSD-Funktionen für Ihren Anwendungsfall priorisieren?
3. Wenn Sie von einer HDD auf eine SSD oder von einer SSD auf eine andere upgraden, was sind die Busschnittstellentypen, das Datenübertragungsprotokoll und die Formfaktoranforderungen Ihres Computers? (Diese sind am besten in Ihrem Computerhandbuch zu finden.)
4. Wer sind Ihre vertrauenswürdigen Hersteller?
5. Wie können Sie Ihre Auswahl durch Bewertungen von Drittanbietern validieren?

Was ist Ihr Computerprofil?

Zu verstehen, wie Sie Ihren Computer verwenden möchten, ist der erste Schritt bei der Bestimmung der besten SSD. Im Folgenden sind einige typische Benutzerpersönlichkeiten aufgeführt. Wo sehen Sie sich?

Inhaber eines kleinen Unternehmens

Werden Sie Produktivitätsanwendungen wie Microsoft Office oder Adobe Creative Suite ausführen? Werden Sie große Dateien auf Ihrem Computersystem öffnen und speichern? Haben Sie regulatorische Anforderungen, die eine Verschlüsselung zur Erhöhung der Sicherheit erfordern?

Content-Ersteller

Werden Sie Inhalte erstellen? Wenn Sie Fotograf, Videoeditor oder Ingenieur sind, planen Sie schreibintensive Arbeiten wie das Speichern großer Dateien auf Ihrem Speicherlaufwerk?

Gaming-Enthusiast

Wie viele Spiele werden Sie auf Ihrem System speichern?
Wie wichtig ist Leistung?

Studierende

Arbeiten Sie hauptsächlich mit kleinen Dateien? Oder sind Sie ein Student mit Schwerpunkt Informatik oder Ingenieurwesen, und benötigen größere Dateien, um Ihre Arbeit zu speichern?

Wie sollten Sie SSD-Funktionen priorisieren?

Nachdem Sie Ihr Computerprofil bestimmt haben, besteht der nächste Schritt darin, SSD-Funktionen zu priorisieren. Dieser Abschnitt behandelt kurz die Funktionen und Attribute (wie Kosten), die Sie berücksichtigen müssen.

Welche SSD-Kapazität ist für Sie sinnvoll?

Für ein Verbraucher-Computersystem sind SSDs mit Kapazitäten von 120 GB bis 2 TB erhältlich. Im Folgenden finden Sie einige Hinweise zur Kapazität nach Anwendungsfall:

- **Kleinunternehmer (256 GB oder mehr):** Eine SSD mit einer Kapazität von 256 GB bietet Kleinunternehmern Platz zum Speichern eines Betriebssystems (Windows 10 nimmt etwa 20 GB und macOS etwa 35 GB ein.¹¹ Sie bietet auch Platz für häufig verwendete Programme und Dateien. Um Raum für Wachstum zu gewähren, wird eine 512-GB-SSD empfohlen.
- **Content-Ersteller (1 TB oder mehr):** Eine SSD mit einer Kapazität von mindestens 1 TB erleichtert Videoeditoren und Technikern die Arbeitsabläufe. Es bietet Platz zum Speichern von Programmen, Projektdateien und Backup-Images. Ein Content-Ersteller könnte jedoch 2 TB in Betracht ziehen, um sicherzustellen, dass er über genügend Speicherplatz verfügt.
- **Gaming-Enthusiast (1 TB oder mehr):** Viele PC-Spiele belegen etwa 40 GB bis 50 GB Speicherplatz. Eine SSD mit einer Kapazität von 1 TB bietet einem Spieler genug Platz, um das Betriebssystem und eine Vielzahl von Spielen zu speichern.
- **Student (256 GB oder mehr):** Die SSD-Größe eines Studenten hängt davon ab, was er studiert. Eine SSD mit 256 GB funktioniert für einen Oberschüler oder einen College-Studenten mit Hauptfach Geisteswissenschaften (kleinere Dateien). Für einen Studierenden an einer Hochschule mit naturwissenschaftlichem oder technischem Hauptfach (größere Dateien) ist möglicherweise eine SSD mit 1 TB oder mehr erforderlich.

Auswahl der richtigen SSD-Kapazität

Verbraucher-SSDs haben eine Kapazität von 120 GB bis 2 TB. Im Folgenden finden Sie einige Faustregeln für vier Anwendungsfälle:

- **Kleinunternehmer:** 256 GB oder mehr
- **Content-Ersteller:** 1 TB oder mehr
- **Gaming-Enthusiast:** 1 TB oder mehr
- **Studierender:** 256 GB oder mehr

Wie hoch ist Ihr Budget?

Berücksichtigen Sie die Gesamtbetriebskosten (TCO), wenn Sie die Ausgaben bestimmen. Wie viel Zeit sparen Sie durch einen schnelleren Speicher? Wenn Sie ein Content-Ersteller sind und Ihre Import-/Exportzeiten reduzieren können, wenn Sie Software wie Adobe Premiere Pro, Lightroom oder Photoshop verwenden, ist eine Hochleistungs-SSD möglicherweise eine gute Investition. Ebenso können Sie mit einer SSD mit höherer Kapazität Zeit sparen, da Sie mehr Dateien speichern können. Funktionen wie eine hohe Lebensdauer können dazu beitragen, dass Sie sich keine Sorgen machen müssen, während die Hardwareverschlüsselung dazu beitragen kann, das Risiko von Datenverlusten zu verringern.

Wie planen Sie die Sicherung von Daten?

Es ist wichtig, Ihre Daten vor Diebstahl oder Offenlegung aufgrund eines verlorenen oder gestohlenen Computers zu schützen. Benutzer, die nach erhöhter Sicherheit suchen, sollten eine Verschlüsselung in Betracht ziehen: entweder mit der Hardware oder mit der Software.

Wenn Sie Hardwareverschlüsselung bevorzugen, suchen Sie nach einer SSD, die dies unterstützt. Diese SSDs verschlüsseln Daten beim Schreiben und entschlüsseln Daten beim Lesen. Der Nachteil selbstverschlüsselnder Laufwerke sind die höheren Kosten.¹² Da das Laufwerk die Daten verschlüsselt, und nicht der Computerprozessor, werden Sie keinen Leistungsabfall feststellen.¹³

Wenn Sie Softwareverschlüsselung bevorzugen, gibt es viele Optionen. Die BitLocker-Laufwerkverschlüsselung lässt sich beispielsweise in das Windows-Betriebssystem integrieren. Die softwarebasierte Verschlüsselung verlangsamt jedoch die Leistung im Vergleich zur hardwarebasierten Verschlüsselung.¹⁴

Unabhängig davon, ob Sie Software- oder Hardwareverschlüsselung verwenden und um Ihre SSD zu sichern, ist es wichtig, starke Kennwörter zu verwenden und diese regelmäßig zu ändern. Cloud-basierte Passwort-Manager können dazu beitragen, dass Ihre Passwörter schwer zu knacken sind, sicher in der Cloud gespeichert werden (statt auf einem Zettel auf Ihrem Schreibtisch) und regelmäßig geändert werden.¹⁵ Sie sollten auch eine Sicherungskopie Ihres Wiederherstellungsschlüssels speichern.¹⁶

Wenn Sie entscheiden, dass es an der Zeit ist, eine verschlüsselte SSD zu aktualisieren oder zu ersetzen, können Sie Daten und Systemkonfigurationen übertragen, indem Sie Ihre alte Festplatte oder SSD auf eine neue SSD klonen. Stellen Sie dabei sicher, dass die neue SSD eine höhere Kapazität als die ältere Festplatte hat. Sie müssen Ihre SSD mit dem Passwort oder dem Verschlüsselungsschlüssel entsperren. Software von Drittanbietern kann verwendet werden, um Inhalte von der alten Festplatte auf Ihre neue Festplatte zu übertragen. Sie können aus einer Vielzahl von Freeware- und kostenpflichtigen Softwareangeboten zum Klonen von Festplatten wählen.¹⁷

Welches Leistungsniveau suchen Sie?

Sie möchten nicht warten, während Ihr Computer hochfährt oder eine große Datei öffnet. Aber höhere Leistung ist mit höheren Kosten verbunden. Daher möchten Sie wissen, welche Art von Leistung für Ihren Anwendungsfall geeignet ist.

Wenn Sie die gedruckten Spezifikationen einer SSD oder eines Systems überprüfen, sehen Sie möglicherweise die folgenden Zahlenkategorien (Einheiten in Klammern), die als Teil der SSD-Spezifikationen angezeigt werden. Diese werden oft als die „vier Ecken“ der SSD-Leistung bezeichnet:

- Zufällige 4K-Lesevorgänge (Eingabe-/Ausgabeoperationen pro Sekunde oder IOPS)
- Zufällige 4K-Schreibvorgänge (IOPS)
- Sequenzielle Lesevorgänge (MB/s)
- Sequenzielle Schreibvorgänge (MB/s)

Sequenzielle und zufällige Lese-/Schreibleistungsmetriken stellen unterschiedliche Arten der Speichernutzung dar. Sequenzielle Lese-/Schreibgeschwindigkeiten spiegeln wider, wie schnell ein Computer auf eine größere Datei zugreifen oder diese übertragen kann. Ein hoher Prozentsatz an sequenziellen Lese- und Schreibvorgängen entspricht dem Profil eines Inhaltserstellers. Zufällige Lese-/Schreibgeschwindigkeiten spiegeln wider, wie schnell ein Computer kleinere Dateien an zufälligen Speicherorten liest oder schreibt. Ein hoher Prozentsatz an zufälligen Lese-/Schreibvorgängen entspricht dem Profil eines Kleinunternehmers oder Studenten. Jede Person hat eine einzigartige gemischte (sequenzielle und zufällige) Arbeitslast von Lese- und Schreibvorgängen.

Welche Aufgaben werden mit einer Hochleistungs-SSD schneller erledigt?

Die SSD in Ihrem Computersystem wirkt sich auf Ihre Erfahrung aus. Die richtige SSD beschleunigt Aufgaben wie das Booten Ihres Systems, das Starten von Anwendungen oder das Übertragen von Dateien. Beachten Sie, dass es einige Aufgaben gibt, die nicht speicherabhängig sind: zum Beispiel das Surfen im Internet oder das Streamen von Audio oder Video. Richten Sie Ihre Erwartungen an den Fähigkeiten von SSDs aus, um die Leistung zu steigern.

Um ihre Leistungsspezifikationen zu erhalten, belasten SSD-Hersteller Laufwerke unter verschiedenen synthetisch generierten Parametern. Obwohl die Ergebnisse technisch korrekt sind, spiegeln sie möglicherweise nicht die reale

Erfahrung eines Verbrauchers wider, die typischerweise aus gemischten Workloads mit Lese- und Schreibvorgängen besteht. Da die veröffentlichten Leistungsdaten einiger Hersteller möglicherweise nur unter synthetischen Bedingungen gewonnen wurden, kann es vorkommen, dass Sie eine SSD kaufen und dann feststellen, dass sie nicht die erwartete Leistung erbringt.

Um sicherzustellen, dass Sie die Leistung erhalten, die Sie benötigen, suchen Sie nach Validierung durch Drittanbieter. Suchen Sie nach Validierern oder Rezensenten von Drittanbietern, die reale Workloads verwenden, die die Anwendungsfälle von Kleinunternehmern, Content-Erstellern, Gamern oder Studierenden nachahmen.¹⁸ Seien Sie vorsichtig bei einem Rezensenten, der eine einzelne Geschwindigkeit als Kaufgrund angibt. Suchen Sie nach Rezensenten von Drittanbietern, die die Nuancen verschiedener Anwendungsfälle berücksichtigen: ob sie leseintensiv, schreibintensiv oder eine Mischung aus beidem sind. Zu den empfohlenen SSD-Validatoren von Drittanbietern gehören Websites wie AnandTech, HotHardware, Legit Reviews, PC Perspective und Tom’s Hardware.

Zusammenfassung der Priorisierung

Tabelle 3 veranschaulicht, wie ein Kleinunternehmer, ein Content-Ersteller, ein Gaming-Enthusiast und ein Studierender Kapazität, Kosten, Sicherheit und Leistung priorisieren könnte. Der Vollständigkeit halber enthält die Tabelle auch Ausdauer/Garantie und Zuverlässigkeit, obwohl die meisten modernen SSDs mehr als ausreichende Ausdauer und Zuverlässigkeit für Verbraucher-Workloads bieten.

In diesem Beispiel bedeuten drei Punkte „hohe Priorität“, zwei Punkte „mittlere Priorität“ und ein Punkt „niedrigste Priorität“. Erstellen Sie eine ähnliche Liste für sich selbst. Dies wird Ihnen helfen, zu erkennen, welche Funktionen oder Attribute „Must-haves“ sind, und Sie dabei unterstützen, Kompromisse einzugehen.

Tabelle 3. Beispiel für die Prioritäten von Funktionen nach Anwendungsfall

SSD-Funktion	Inhaber eines kleinen Unternehmens	Autoren und Designer digitaler Inhalte	Gaming-Enthusiast	Student/Schüler
Große Kapazität	● ●	● ● ●	● ● ●	● ●
Starke Leistung	●	● ● ●	● ● ●	●
Kostengünstiges Gerät	● ●	● ●	● ●	● ● ●
Hohe Sicherheit	● ● ●	● ●	●	●
Hohe Belastbarkeit/lange Garantie	● ●	● ● ●	● ●	● ●
Hohe Zuverlässigkeit	● ●	● ● ●	● ●	● ●

Wenn Sie Ihr aktuelles System aktualisieren, sehen Sie in Ihrem Computerhandbuch nach, um Formfaktor, Schnittstelle und Protokoll zu bestätigen.

Beispiel für Prioritätensetzung: Inhaber eines Kleinunternehmens

In diesem Abschnitt wird erläutert, wie ein Inhaber eines kleinen Unternehmens Funktionen priorisieren könnte. Der Kleinunternehmer entscheidet, dass er ein beschleunigtes Computererlebnis wünscht, und er möchte auch eine Verschlüsselung auf Hardwareebene. Seine Priorisierungsliste ist in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4. Beispiel dafür, wie Funktionen nach Anwendungsfall priorisiert werden können

Priorität	Inhaber eines kleinen Unternehmens
Prioritätsfunktionen	Leistung
	Sicherheit

Bei der Überprüfung des Datenblatts der Solidigm 670p-Serie als Beispiel sieht der Büroangestellte Folgendes:¹⁹

- Sequenzielle Lesevorgänge: bis zu 3.500 MB/s
- Sequenzielle Schreibvorgänge: bis zu 2.700 MB/s
- Zufällige 4-KB-Lesevorgänge: Bis zu 310.000 IOPS
- Zufällige 4-KB-Schreibvorgänge: bis zu 340.000 IOPS

Die Leistung sieht gut aus. Aber der Kleinunternehmer weiß, dass die Validierung durch Dritte der beste Weg ist, um die Leistung zu bestätigen. Er findet drei Validierungen von Drittanbietern, die die SSD loben:²⁰

- AnandTech, „Empfohlen“
- Legit Review, „Value Award“
- Tom’s Hardware, „Editor’s Choice“

Er ist überzeugt, dass die Leistung seinen Bedürfnissen entspricht. Als Nächstes geht der Kleinunternehmer noch weiter und entdeckt, dass die SSD AES-512-Hardwareverschlüsselung bietet, wonach er gesucht hat. Wenn er einen neuen Computer kauft, muss er sich nicht so viele Gedanken darüber machen, wie der Formfaktor, die Schnittstelle und das Protokoll aufeinander abgestimmt sind, als wenn er sein System aufrüsten würde, stellt aber fest, dass das Solidigm-Laufwerk eine „PCIe 3.0 x4“-Schnittstelle und einen „M.2 22 x 80 mm“-Formfaktor hat. Das Laufwerk der Solidigm 670p-Serie würde nun auf seiner Liste der engeren Wahl stehen.

Die richtige SSD für Sie

Egal, ob Sie auf der Suche nach einem neuen Laptop sind oder Fehler bei einem langsamen Computer beheben, Sie müssen wissen, wie die richtige SSD Ihre Computererfahrung beschleunigen kann. Um Ihnen zu helfen, behandelt dieses Whitepaper die Grundlagen der Computerspeicher- und SSD-Technologie. Es geht auch durch die wichtigsten Fragen, die Sie beantworten müssen, bevor Sie Ihr neues System oder Ihre neue SSD kaufen.

Beginnen Sie damit, Ihr Computerprofil oder Ihren Anwendungsfall zu verstehen. Auf diese Weise können Sie die SSD-Funktionen und -Attribute priorisieren, die für Ihre Erfahrung am wichtigsten sind. Rechnen Sie damit, Kompromisse einzugehen. Höchstwahrscheinlich werden Sie sich zwischen niedrigeren Kosten und höherer Leistung oder höherer Kapazität entscheiden. Wählen Sie einen SSD-Hersteller, der für technische Spitzenleistungen und guten Support bekannt ist. Lesen Sie Online-Bewertungen der SSDs, die von Branchenexperten veröffentlicht wurden, um die Herstellerspezifikationen zu validieren. Das Ergebnis Ihrer sorgfältigen Prüfung wird ein beschleunigtes Computererlebnis sein, das Ihre Anforderungen erfüllt oder sogar übertrifft.

Weitere Informationen zu Speichertechnologie und SSDs finden Sie unter [solidigm.com](https://www.solidigm.com).

SOLIDIGM™

Finden Sie die passende Lösung für Ihr Unternehmen.

- ¹ Wikibon. „QLC Flash HAMRs HDD.“ 2021. <https://wikibon.com/qlc-flash-hamrs-hdd/>.
- ² Red Gate Software. „Storage 101: Das NAND-Flash-Solid-State-Laufwerk verstehen.“ März 2020. www.red-gate.com/simple-talk/databases/sql-server/database-administration/sql-server/storage-101-understanding-the-nand-flash-solid-state-drive/.
- ³ Laptop Magazine. „10 Möglichkeiten, Ihren PC schneller hochzufahren.“ April 2022. laptopmag.com/articles/ways-to-make-your-pc-boot-faster.
- ⁴ ZDNet. „NAND-Flash-Speicher, der die IT-Welt verändert hat, wird 35 Jahre alt.“ Februar 2022. zdnet.com/article/nand-flash-memory-which-changed-the-it-world-reaches-age-35/.
- ⁵ Storage Search. „SSD-Marktgeschichte.“ Oktober 2018. storagesearch.com/chartingtheriseofssds.html.
- ⁶ PCMag. „Die besten günstigen SSDs für 2022.“ Februar 2022. pcmag.com/picks/the-best-cheap-ssds.
- ⁷ Hardware Times. „Unterschied zwischen SLC-, MLC-, TLC- und QLC-NAND-SSDs: Welche ist besser?“ Oktober 2021. hardwaretimes.com/difference-between-slc-mlc-tlc-qlc-nand-ssds-which-one-is-better/.
- ⁸ Tom's Hardware. „Was ist PCIe? Eine Grunddefinition.“ Mai 2022. tomshardware.com/reviews/pci-e-definition.5754.html.
- ⁹ TechTarget. „Definition: PCIe-SSD (PCIe-Solid-State-Laufwerk).“ Juli 2021. techtarget.com/searchstorage/definition/PCIe-SSD-PCIe-solid-state-drive.
- ¹⁰ Quelle: Solidigm. Äquivalenzbeispiele für Ausdauer. Juni 2022.
- ¹¹ Cool Blue. „Wie viel Speicherkapazität benötigen Sie in Ihrer SSD?“ September 2021. coolblue.nl/en/advice/how-much-storage-capacity-do-i-need-ssd.html.
- ¹² Microsoft. „BitLocker.“ Dezember 2021. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/security/information-protection/bitlocker/bitlocker-overview>.
- ¹³ Crucial. „Die Vorteile eines selbstverschlüsselnden Laufwerks.“ 2018. crucial.com/articles/about-ssd/self-encrypting-ssd-for-data-security.
- ¹⁴ ThioJoeTech. „Sollten Sie sich selbstverschlüsselnde Laufwerke besorgen? (Hardware-Verschlüsselung).“ Februar 2016. youtube.com/watch?v=5AaRYO2l6rk.
- ¹⁵ Cybernews. „Wie funktionieren Passwort-Manager?“ März 2022. <https://cybernews.com/best-password-managers/how-do-password-managers-work/>.
- ¹⁶ BizTech. „4 Möglichkeiten zum Speichern von Microsoft BitLocker-Verschlüsselungsschlüsseln.“ Januar 2022. <https://biztechmagazine.com/article/2022/01/4-ways-save-microsoft-bitlocker-encryption-keys>.
- ¹⁷ AOMEI. „BitLocker-verschlüsseltes Laufwerk in Windows 11, 10, 8, 7 klonen.“ April 2022. ubackup.com/clone/clone-bitlocker-encrypted-disk-4348.html.
- ¹⁸ Solidigm. „Wollen Sie Ihren PC-Speicher aufrüsten? So schneiden Solidigm 670p-Laufwerke im Vergleich zur Konkurrenz ab.“ November 2021. solidigm.com/en/resources/how-intel-ssd-670p-drives-stack-up-against-the-competition.html.
- ¹⁹ Solidigm. „670p Product Brief.“ solidigm.com/en/products/client-products/ssd-670p-series/ssd-670p-series-2-0tb-m-2-80mm-pcie-3-0-x4-3d4-qlc.html.
- ²⁰ Solidigm. „Intel® QLC-Technologie für den PC entwickelt. Kapazität zu einem erstaunlichen Preis.“ November 2019. solidigm.com/en/products/client-products/ssd-660p-series/ssd-660p-series-2-0tb-m-2-80mm-pcie-3-0-x4-3d2-qlc.html.

Alle bereitgestellten Informationen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Solidigm kann jederzeit ohne Vorankündigung Änderungen am Herstellungslebenszyklus, an Spezifikationen und Produktbeschreibungen vornehmen. Die hierin enthaltenen Informationen werden „wie besehen“ bereitgestellt, und Solidigm gibt keinerlei Zusicherungen oder Gewährleistungen hinsichtlich der Genauigkeit der Informationen oder der Produktmerkmale, Verfügbarkeit, Funktionalität oder Kompatibilität der aufgeführten Produkte. Bitte wenden Sie sich an den Systemanbieter, um weitere Informationen über bestimmte Produkte oder Systeme zu erhalten.

Weitere Informationen über die Eigenschaften und Funktionen von Produkten finden Sie im Datenblatt. Solidigm kann jederzeit ohne Vorankündigung Änderungen an Spezifikationen und Produktbeschreibungen vornehmen. Entwickler dürfen nicht vom Vorhandensein oder Nichtvorhandensein bestimmter Funktionsmerkmale oder Produkteigenschaften, die als „reserved“ oder als „undefined“ gekennzeichnet sind, ausgehen. Solidigm behält sich diese für zukünftige Definitionen vor und übernimmt keinerlei Verantwortung für Konflikte oder Inkompatibilitäten, die sich aus zukünftigen Änderungen daran ergeben. Die hier angegebenen Informationen können sich jederzeit ohne vorherige Mitteilung ändern. Nutzen Sie diese Angaben nicht für die Fertigstellung von Entwicklungen.

Solidigm Technik kann geeignete Hardware, Software oder die Aktivierung von Diensten erfordern. Keine Produkte oder Komponenten bieten absolute Sicherheit. Ihre Kosten und Ergebnisse können variieren. Die Leistung variiert je nach Verwendung, Konfiguration und anderen Faktoren. Solidigm verpflichtet sich, die Menschenrechte zu respektieren und jegliche Mittäterschaft an Menschenrechtsverletzungen zu vermeiden. Solidigm Produkte und Software sind nur in Anwendungen vorgesehen, die keine Verletzung eines international anerkannten Menschenrechts verursachen oder dazu beitragen. Solidigm kontrolliert oder prüft keine Daten von Drittanbietern. Sie sollten andere Quellen konsultieren, um die Genauigkeit zu bewerten.

Nichts hierin soll eine ausdrückliche oder stillschweigende Garantie begründen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf die stillschweigenden Garantien der Marktgängigkeit, Eignung für einen bestimmten Zweck und Nichtverletzung, oder Garantien, die sich aus dem Verlauf der Leistung, dem Umgang oder der Verwendung im Handel ergeben.

Die in diesem Dokument beschriebenen Produkte können konstruktionsbedingte Defekte oder Fehler („Errata“) enthalten, die zu Abweichungen der Produkteigenschaften von den angegebenen Spezifikationen führen. Eine Liste derzeit bekannter Errata ist auf Anfrage verfügbar.

„Solidigm“ ist eine Marke von SK hynix NAND Product Solutions Corp (d/b/a Solidigm). „Intel“ ist eine eingetragene Marke der Intel Corporation. Andere Marken oder Produktnamen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

© Solidigm 2022. Alle Rechte vorbehalten