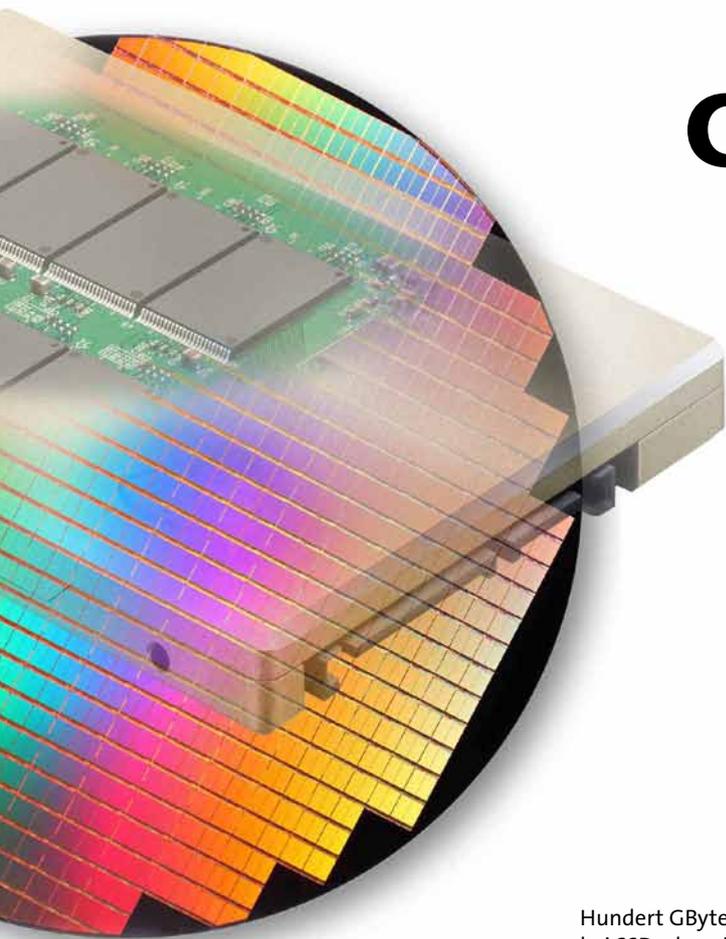


Große SSDs immer günstiger

Wenn Prozessor und Grafikkarte aufgerüstet sind, bringt nur noch eine Solid State Disk einen zusätzlichen Geschwindigkeitsschub. Selbst ältere Rechner profitieren von einer SSD als Windows-Laufwerk enorm. 2013 werden 256-GByte-SSDs endlich bezahlbar. Von Daniel Visarius und Florian Klein



SSD-Festplatten sind schnell, richtig schnell. Wer Windows-Installation und Spiele auf einer SSD gewohnt ist, schläft auf einem ansonsten identischen Rechner beim Starten von Programmen und beim Laden von neuen Levels ein, wenn statt einer SSD eine herkömmliche Magnet-speicherplatte die Daten vorhält. Deshalb ist eine SSD auch das mit Abstand lohnendste PC-Upgrade nach Prozessor und Grafikkarte. Zwar erhöht sich die Bildwiederholrate in Spielen nicht, aber die gefühlte Leistung des gesamten Rechners steigt enorm – und die Ladezeiten schrumpfen.

Nun kostet ein Gigabyte SSD-Speicher aber immer noch das Vielfache von dem normaler Festplatten, sodass sich SSDs trotz stetigen Preisverfalls nur als Windows-Laufwerk mit Platz für ein paar Lieblingsspiele eignen, nicht aber als Datengrab mit mehreren

Hundert GByte. Der Preis pro Gigabyte liegt bei SSDs derzeit zwischen 60 und 90 Cent, während herkömmliche HDDs lediglich 10 Cent pro Gigabyte kosten. Eine SSD mit 120 oder 128 GByte kostet momentan um 100 Euro, ein Laufwerk mit 250 oder 256 GByte ab 150 Euro. Weil für ein Laufwerk mit 500 GByte bereits weit über 400 Euro fällig werden, konzentrieren wir uns in diesem Schwerpunkt auf die für die meisten Spieler interessanten Laufwerke mit 240 bis 256 GByte und testen zehn aktuelle SSDs.

Je größer eine SSD, desto höher in der Regel die Performance bei Schreibzugriffen. Deswegen lassen sich Benchmarks von 256-GByte-Laufwerken auch nicht eins zu eins auf die 64- oder 128-GByte-Modelle der gleichen Serie übertragen. Allerdings sind mittlerweile fast alle aktuellen SSDs gefühlt gleich schnell. Die Unterschiede bei der Leistung lassen sich nur noch in Benchmarks oder in Extremsituationen mit einer unrealistisch hohen Anzahl an gleichzeitigen Schreib- und Kopiervorgängen aufzeigen, während die Ladezeiten mit Unterschieden von maximal ein, zwei Sekunden praktisch gleich kurz ausfallen. Aber aus welchen Speicherchips eine SSD aufgebaut ist, hat maßgeblichen Einfluss auf den Verkaufspreis und die Performance. Unabhängig von den verschiedenen Speichertypen SLC, MLC und TLC (die es jeweils nochmal in zwei Varianten gibt), bestimmt auch der Fertigungsprozess den Preis. Die Speicherchips werden je nach Hersteller in 19 bis 25 nm

kleinen Strukturen gefertigt; wie bei Prozessoren und Grafikkchips fallen mit jeder Verkleinerung der Materialaufwand und damit die Herstellungskosten, weil auf gleichem Raum mehr Speicher oder der gleiche Speicher auf weniger Raum untergebracht werden kann. Im Bezug auf den eingesetzten

Samsung mit günstigeren SSD-Speicherchips

Speichertyp sind SSDs mit SLC-Speicher («Single Level Cell») die teuersten, weil sie nur ein Bit pro Speicherzelle speichern und daher die größte Menge an Speicherzellen benötigen, um eine bestimmte Speicherkapazität zu erreichen. SLC-Speicher finden Sie daher fast nur in hochpreisigen Server-SSDs. Die weitaus meisten SSDs nutzen dagegen MLC-Speicher («Multi Level Cell»), der zwei Bits pro Zelle speichert und daher nur halb so viel Flash-Speicher für die gleiche Kapazität benötigt wie SLC-Varianten.

Die bei der **Samsung SSD 840** eingesetzten neuen TLC-Chips («Triple Level Cell») speichern gleich drei Bits pro Zelle und benötigen so weniger Flash-Speicher pro Gigabyte Kapazität – damit hat TLC das Potenzial, den Preis pro Gigabyte bei den SSDs spürbar zu senken. Allerdings hat TLC-Speicher auch Nachteile. Zum einen werden die einzelnen Speicherzellen stärker beansprucht, da sie die gleiche Menge an Informationen wie drei SLC- oder eineinhalb MLC-Zellen speichern und entsprechend häufiger Daten auslesen oder schreiben müssen. Insgesamt sinken mit TLC-Chips gegenüber MLC- und

Gegen Ende 2013 sollen durch weitere Verbesserungen der Fertigungstechnologie die ersten halbwegs erschwinglichen **1-TByte-SSDs** auf dem Markt kommen.

besonders SLC-Varianten also die maximalen Lese- und Schreibzyklen der SSD. Dazu kommt, dass eine TLC-Zelle acht Spannungszustände nutzt, um die drei Bits zu speichern. Mit zunehmender Nutzungsdauer verschieben sich die Spannungen durch Materialermüdung teils aber, sodass der SSD-Controller eventuell länger braucht, bis er die richtige Spannung zum Löschen und Wiederbeschreiben eines bestimmten Bits

Mehr Controller-Vielfalt

innerhalb der Zelle gefunden hat. Diese Suche nach der richtigen Spannung belastet die Zelle aber noch mehr und erhöht wiederum die Abnutzung. Im Gegenzug sind die Toleranzen hinsichtlich der exakten Spannungen bei SLC- und MLC-Chips deutlich größer, da der Controller nur zwei (SLC) beziehungsweise vier (MLC) statt acht (TLC) Spannungszustände unterscheiden muss. Die Materialermüdung wird auch durch die zunehmend kleineren Strukturen der Speicherchips zum Problem. Die bei der **Samsung SSD 840** eingesetzten TLC-Chips fertigt Samsung im 21-Nanometer-Prozess, der Vorgänger **Samsung SSD 830** besaß noch (MLC-)Speicher mit 27 nm breiten Strukturen. MLC-Chips setzt Samsung aber nur bei der teureren **SSD 840 Pro** ein, die mit 256 GByte beispielsweise 205 Euro kostet, also fast 50 Euro mehr als die normale **SSD 840** mit TLC-Speicher (160 Euro).

Aufgrund der genannten technischen Eigenschaften liegt die Lebensdauer einer TLC-Speicher-Zelle bei 1.000 P/E-Zyklen (»Program/Erase«), das heißt eine Zelle kann mindestens 1.000 Mal beschrieben und wieder gelöscht werden, bevor sie ausfällt. Die gängigen MLC-Chips sind dagegen für mindestens 3.000 oder 5.000 P/E-Zyklen ausgelegt. 1.000 P/E-Zyklen sind im Vergleich wenig, allerdings reicht das bei einer

250-GByte-SSD wie der **Samsung SSD 840** aus, um etwa sieben Jahre lang täglich etwa 10,0 GByte auf die SSD zu schreiben – weit mehr, als der durchschnittliche PC-Nutzer in der Regel braucht. Schreiben Sie nicht jeden Tag diese Menge auf die SSD, verlängert sich die Lebensdauer entsprechend und dürfte erst weit nachdem die SSD wegen Überalterung im Elektronikschrott gelandet ist, zu einem Problem werden. Trotz allem geht Samsung hier einen gewagten Schritt, denn die auf den ersten Blick geringe Haltbarkeit der TLC-Chips kann aus Marketing-Sicht gewaltig nach hinten losgehen.

Neben den Speicherchips ist der Controller das zweite wesentliche Bauteil einer SSD. Er kümmert sich um die Verteilung von Schreib- und Lesezyklen auf die einzelnen Speicherzellen, um die Geschwindigkeit zu optimieren und die Zellen gleichmäßig zu belasten. In den vergangenen zwei Jahren nutzten fast alle SSD-Hersteller den Sandforce-2281-Controller. Von den SSDs in diesem Schwerpunkt aber werden nur noch ein Drittel vom Sandforce-Baustein verwaltet. Samsung etwa setzt nach wie vor seinen eigenen MDX-Controller ein, sodass bei Samsung (als einzigem Hersteller) die gesamte SSD inklusive Speicherchips und DDR2-Cache-Speicher aus einer Hand kommt. Auch OCZ verfügt nach der Übernahme der Firma Indilinx mit dem Barefoot-3-Controller über die erste vollständig im eigenen Haus entwickelte Kontrolleinheit für SSDs, kauft aber die Speicherchips und Cache-Speicher hinzu. Corsair hat sich bei seinen Neutron-GTX-SSDs just vom Sandforce-Controller abgewandt und gibt dem üblicherweise nur bei teuren Server-SSDs eingesetzten LM87800-Controller von LAMD den Vorrang. Der soll zumindest theoretisch bis 555 MByte pro Sekunde lesen und 500 GByte/s schreiben können. Damit käme er bereits in die Nähe des theoretischen Maximums der SATA3-Schnittstelle von 600 MByte/s. Sandisk schließlich kop-



Herkömmliche Festplatten mit sich bewegenden Magnetscheiben eignen sich noch immer besser zum Archivieren großer Datenmengen als SSDs, auch wegen der technisch einfacheren Datenrettung im Fall eines Defekts.

pelt einen Marvell-Controller mit haus-eigenem 19-nm-Flash-Speicher. Die übrigen Hersteller verwenden nach wie vor den etablierten Sandforce-2281-Controller und stellen diesem Flash-Speicher unterschiedlicher Bauweise und Herkunft zur Seite. Trotz der gestiegenen Controller-Vielfalt werden die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den einzelnen SSDs immer geringer, was für deren zunehmende Ausgereiftheit spricht. Vor allem beim Lesen (und teilweise auch beim Schreiben) großer Dateien kratzen viele SSDs mit Transferraten von über 500 MByte/s bereits am praktischen Limit von SATA3. Daher sollte vor allem auch Zusatzausstattung wie eine Wartungs- oder Klon-Software oder fünf statt der üblichen drei Jahre Herstellergarantie Ihre Kaufentscheidung beeinflussen. **DV**

Preisentwicklung von SSDs

Seit Juni 2012 fallen besonders die Preise von 250- beziehungsweise 256-GByte-SSDs stark. Die 120- und 128-GByte-Modelle dagegen halten sich mehr oder weniger stabil bei 100 Euro. Bis SSDs das Preisniveau von konventionellen Festplatten von lediglich 10 Cent pro GByte erreichen, wird es aber noch eine Weile dauern. In den letzten Wochen haben die Preise mancher SSDs sogar wieder leicht angezogen.

