Link: https://www.tecchannel.de/a/ssd-test-2-5-zoll-solid-state-disks,1782759

Flash-Laufwerke bis 256 GByte
SSD-Test: 2,5-Zoll Solid State Disks

Datum: 07.04.2009
Autor(en): Christian Vilsbeck

Bei Solid State Disks (SSD) sind die Performance-Unterschiede so gravierend wie die Preisunterschiede. Um Enttäuschungen auszuschließen, sollten vor dem Kauf einer Solid State Disk die Leistungsdaten genau überprüft werden. TecChannel testet aktuelle Flash-Laufwerke im 2,5-Zoll-Formfaktor.

Von zwei großen Mankos ist beim Stichwort „Solid State Disks“ sofort die Rede: zu geringe Kapazitäten und viel zu teuer. Allerdings stimmen diese Aussagen inzwischen nicht mehr pauschal. Mittlerweile sind Modelle bis 256 GByte Kapazität verfügbar, wie die neue Samsung 256GB MLC SSD. Im primären Einsatzgebiet der SSDs in Notebooks reichen aber 64 oder 128 GByte aktueller Flash-Laufwerke durchaus. Zwar bieten herkömmliche 2,5-Zoll-Festplatten bereits Kapazitäten bis 500 GByte, aber besonders im Business-Einsatz ist so viel Platz gar nicht gefragt.

SSDs finden auch zunehmend in Client-PCs, Servern und Storage-Systemen Einsatz. Neben dem geräuschlosen Betrieb, der geringen Wärmeentwicklung ist vor allem die hohe Performance für den Einsatz ausschlaggebend. Sehr hohe Transferraten sowie verschwindend kurze Zugriffszeiten sorgen je nach Applikation für eine deutliche Beschleunigung.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Alle Benchmarks der Solid State Disks im Überblick.**] gal1

Die Preise der SSDs unterscheiden sich so grob wie die Performance. Für 64 GByte Kapazität lassen sich von 150 bis über 1000 Euro beliebige Summen ausgeben. Einerseits wird der günstige Preis natürlich durch billigere SSD-Speicherchips erreicht, die in hohen Margen eingekauft werden. Doch auch die Controller-Logik und darin von den SSD-Herstellern implementiertes „Hirnschmalz“, das sogenannte **Intellectual Property**[1], entscheiden über die Kosten. Und vor allem die Controller-Logik sowie ein zusätzlicher integrierter Datenpuffer sind für eine hohe Performance in der Praxis entscheidend.

Die von den Herstellern gern angepriesenen sequenziellen Transferraten mit Werten von weit über 200 MByte/s verpuffen im Praxisbetrieb, also beim typischen Lesen, Schreiben und Kopieren von Dateien unterschiedlichster Größe, sehr schnell. Nur auf dem Papier unterscheiden sich diese SSDs in der Performance also gering.

Zu welcher Performance aktuelle Flash-Laufwerke mit Kapazitäten von 32 bis 256 GByte im Vergleich zu aktuellen 2,5-Zoll-Festplatten fähig sind, überprüfen wir im TecChannel-Testlabor. Sowohl die sequenziellen Datentransferraten als auch die Praxistransferleistungen erreichen extreme Werte. Die Ergebnisse liefern deutliche Geschwindigkeitsunterschiede.

Neu in unserem Update ist die **G.Skill Titan 128GB** mit MLC-NANDs. Mit zwei im RAID-Verfahren operierenden SSD-Controllern will das Flash-Laufwerk hohe Transferraten erreichen.

1. NAND-Flash mit MLC- oder SLC-Technologie

SSD steht für Solid State Disk, da in SSD-Speichern keine Speicherscheiben wie in herkömmlichen Festplatten zum Einsatz kommen. Die gängigen SSD-Produkte basieren auf Flash-Speicherchips. Dabei wird die Information in Form von elektrischen Ladungszuständen der einzelnen Flash-Speicherzellen gespeichert. Das Speichern der Daten erfolgt nicht flüchtig, das heißt die Ladungen bleiben erhalten – unabhängig davon, ob das Medium an die Stromzufuhr angeschlossen ist oder nicht. Das bedeutet, dass sich SSD-Speicher in der gleichen Art und Weise nutzen lassen wie Festplatten.

Alle gängigen Solid State Disks basieren auf der NAND-Technologie. Bei diesem Typ von Flash-Speicher wird immer blockweise auf die Daten zugegriffen – im Gegensatz zum NOR-Flash-Speicher, der gern für die Firmware verwendet wird. Der Blockzugriff von typischerweise 16 KByte und mehr erhöht ähnlich dem Page-Zugriff bei DRAMs den Datendurchsatz.

NAND-Speichertypen unterscheiden sich zusätzlich durch die SLC- oder MLC-Technologie. SLC steht für Single Level Cell und bedeutet, dass eine Flash-Zelle auch nur ein Bit speichert. Dieses definiert sich durch einen festgelegten Spannungslevel. Beim Flash-Typ Multi Level Cell (MLC) lassen sich in einer Zelle aktuell zwei oder vier Bitzustände speichern. Zum Auslesen müssen aber verschiedene Vergleichsspannungen angelegt werden, die Performance sinkt. Allerdings erlauben MLC-Flash-Speicher höhere Kapazitäten.

2. G.Skill FM-25S2S-128GB

G.Skill[2] bietet seit Oktober 2008 seine SATA II 2.5 Solid State Drives mit 64 und 128 GByte Kapazität an. Der Hersteller setzt in beiden Versionen auf MLC-NANDs. Beim 128-GByte-Modell greift G.Skill auf 16 Flash-ICs vom Typ **Samsung**[3] K9HCG08U1M-PCB0 zurück.

Die sequenzielle Transferleistung beim Lesen beziffert G.Skill mit maximal 170 MByte/s. Beim Schreiben werden vom Hersteller 90 bis 100 MByte/s angeben. Damit liegt die G.Skill FM-25S2S-128GB auf dem Niveau der Patriot Warp SSD V2. Neben identischer Flash-IC-Bestückung setzt die G.Skill wie Patriot bei der Warp SSD V2 auf den SSD-Controller JMF602 von JMicron. Ein Cache zum Puffern von Daten steht dem G.Skill-Drive somit ebenfalls nicht zur Verfügung.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: G.Skill FM-25S2S-128GB.**] gal2

G.Skill nutzt bei der FM-25S2S-128GB den im JMicron-Controller integrierten USB-Port. Neben dem SATA-II-Anschluss lässt sich die SSD über einen Mini-USB-Port an Rechner anschließen. Allerdings sinken die sequenziellen Transferraten beim Betrieb über USB erheblich: Mehr als 33 MByte/s beim Lesen und 27,5 MByte/s beim Schreiben sind nicht möglich, wie unser Test ergab. Auch bei den Praxistestests sinken die Transferraten deutlich gegenüber dem SATA-Betrieb: 27 statt 60 MByte/s beim Lesen, 9 statt 21 MByte/s beim Schreiben und 12 statt 35 MByte/s beim Kopieren von Dateien unterschiedlicher Größe.

Unser getestetes 128-GByte-Modell G.Skill FM-25S2S-128GB gibt es bei Online-Händler für zirka 230 Euro. Das SSD-Modell mit 64 GByte Kapazität ist für zirka 150 Euro erhältlich.

Quickinfo

Produkt	**FM-25S2S-128GB**
Hersteller	**G.Skill**[51]
Kapazität	128 GByte
Technologie	MLC NAND
Cache / Puffer	--
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	--
Leistung Zugriff	--
Leistung Stand-by	--
Temperaturbereich – Aus	--
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	--
MTBF	1.500.000 Std.
Schock – Aus	--
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	--
Preis (Stand: 07.04.09)	230 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[52]

3. Neu: G.Skill Titan FM-25S2S-128GBT1

G.Skill verfügt mit seiner Titan-Serie über MLC-NAND-basierende 2,5-Zoll-Solid-State-Disks mit 128 und 256 GByte Kapazität. Die SSDs liefert der Hersteller in einem stabilen Aluminiumgehäuse aus. In unserer getesteten 128-GByte-Version sind 16 **Samsung**[4]-MLC-Chips vom Typ K9HCG08U1M-PCB0 verbaut.

Für die Ansteuerung der MLC-NANDs zeichnet bei der Titan-Serie ein JMicron RAID-Controller JMB390 mit zwei dahinter hängenden Flash-Controllern JMF602 verantwortlich. Durch die Dual-Controller-Implementation im RAID-Verfahren erreicht die Titan laut G.Skill eine maximale sequenzielle Leserate von 200 MByte/s. Beim sequenziellen Schreiben sollen bis zu 160 MByte/s möglich sein. PhotoFast setzt bei der G-Monster-V2 auf eine identische Bestückung mit dem RAID-Verfahren.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: G.Skill Titan FM-25S2S-128GBT1.**] gal3

Der G.Skill Titan fehlt durch die Verwendung der JMicron-JMF602-Controller ein Cache zum Puffern von Daten. Erst im Laufe des Jahres 2009 soll es von JMicron einen Nachfolger JMF612 mit DRAM-Cache geben.

Für die G.Skill Titan FM-25S2S-128GBT1 mit 128 GByte Kapazität verlangen Online-Händler zirka 300 Euro. Das SSD-Modell mit 256 GByte Kapazität ist für zirka 550 Euro erhältlich.

Quickinfo

Produkt	**Titan FM-25S2S-128GBT1**
Hersteller	**G.Skill**[53]
Kapazität	128 GByte
Technologie	MLC NAND
Cache / Puffer	--
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	--
Leistung Zugriff	--
Leistung Stand-by	--
Temperaturbereich – Aus	--
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	--
MTBF	1.500.000 Std.
Schock – Aus	--
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	--
Preis (Stand: 07.04.09)	300 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[54]

4. Intel X25-E Extreme

Seit November 2008 liefert **Intel**[5] seine Extreme-Serie X25-E für Workstations und Server aus. Diese 2,5-Zoll-SATA-II-SSDs verwenden SLC-NANDs bei einer Kapazität von 32 GByte. Den Speicherplatz realisiert Intel mit 20 SLC-NANDs vom Typ 29F16G08CANC1. Damit soll die X25-E Extreme eine Lesegeschwindigkeit von 250 MByte/s und eine Schreibleistung von 170 MByte/s erreichen. Eine 64-GByte-Variante kommt derzeit in den Handel.

Wie bei der Mainstream-Variante setzt die Extreme-Serie auf einen von Intel entwickelten SSD-Controller. Der Chip mit der Bezeichnung PC29AS21AA0 steuert über zehn parallele NAND-Channels die Speicher-ICs an, um die hohen Transferraten zu erreichen. Native Command Queuing soll mit 32 gleichzeitigen Operationen für zusätzliche Performance sorgen.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Intel X25-E Extreme.**] gal4

Intel integriert bei der X25-E Extreme einen 16-MByte-SDRAM-Cache vom Typ **Samsung K4S281632I-UC60**[6]. Damit verwendet die SLC-basierende SSD den identischen Datenpuffer wie die Intel X25-M Mainstream.

Die Intel X25-E Extreme mit 32 GByte Kapazität ist bei Online-Händlern für zirka 380 Euro erhältlich. Die 64-GByte-Version wird ab zirka 700 Euro gelistet.

Quickinfo

Produkt	**X25-E Extreme SSDSA2SH032G1GN**
Hersteller	**Intel**[55]
Kapazität	32 GByte
Technologie	SLC NAND
Cache / Puffer	16 MByte
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	0,15 Watt
Leistung Zugriff	2,4 Watt
Leistung Stand-by	0,06 Watt
Temperaturbereich – Aus	-55 bis 95° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	1 / 10^15 Bit
MTBF	2.000.000 Std.
Schock – Aus	1000 G / 0,5 ms
Schock – Betrieb	1000 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	80 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	380 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[56]

5. Intel X25-M Mainstream

Aufgrund der eigenen NAND-Produktion war es nur eine Frage der Zeit, bis Intel seine eigenen Flash-Laufwerke produziert. Auf dem Intel Developer Forum im August 2008 stellte **Intel**[7] nun seine SSD-Produktlinie vor, die der Hersteller in Mainstream- und Extreme-Varianten aufteilt.

Für Notebooks und Desktop-PCs sieht Intel die Mainstream-Serie X18-M im 1,8-Zoll-Format und die von TecChannel getestete X25-M im 2,5-Zoll-Formfaktor vor. Die SSDs mit SATA-II-Schnittstelle gibt es mit einer Kapazität von 80 GByte. Inzwischen taucht bereits die 160-GByte-Variante auf. Bei der 80-GByte-SSD verwendet Intel 20 MLC-NANDs aus eigener Produktion. Damit sollen die X18-M und die X25-M sequenzielle Leseraten von 250 MByte/s erreichen. Die Schreibgeschwindigkeit beziffert Intel mit 70 MByte/s.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Intel X25-M Mainstream.**] gal5

Die Mainstream-Serie arbeitet mit einem von Intel entwickelten SSD-Controller. Der Chip steuert über zehn parallele NAND-Channels die Speicher-ICs an, um die hohen Transferraten zu erreichen. Native Command Queuing soll mit 32 gleichzeitigen Operationen für zusätzliche Performance sorgen.

Intel setzt bei der X25-M zum Puffern der Daten einen 16-MByte-SDRAM-Cache vom Typ **Samsung K4S281632I-UC60**[8] ein. Damit lässt sich vor allem die Schreibleistung im Praxisbetrieb erheblich steigern. MemoRight verwendet bei der GT Series ebenfalls einen Cache.

Intels X25-M mit 80 GByte Kapazität ist bei Online-Händlern für zirka 360 Euro. Die 160-GByte-Variante wird für zirka 680 Euro gelistet.

Quickinfo

Produkt	**X25-M Mainstream SSDSA2SH080G1GN**
Hersteller	**Intel**[57]
Kapazität	80 GByte
Technologie	MLC NAND

Produkt	**X25-M Mainstream SSDSA2SH080G1GN**
Cache / Puffer	16 MByte
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	0,15 Watt
Leistung Zugriff	--
Leistung Stand-by	0,06 Watt
Temperaturbereich – Aus	-55 bis 95° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	1 / 10^15 Bit
MTBF	1.200.000 Std.
Schock – Aus	1000 G / 0,5 ms
Schock – Betrieb	1000 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	77 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	360 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[58]

6. Kingston SSDNow E Series

Kingston[9] bietet mit der SSDNow E Series Flash-Laufwerke für High-Performance-Anwendungen an. Speziell in Servern sieht der Anbieter die auf SLC-NANDs basierenden Solid State Disks. Kingstons SSDNow E Series ist mit 32 GByte Kapazität erhältlich.

Die SSDNow E Series basiert auf Intels X25-E Extreme. Kingston vertreibt die 32-GByte-Intel-SSD unter eigenem Namen mit einer Garantieleistung von drei Jahren. Entsprechend realisiert auch die SSDNow E Series die 32 GByte Kapazität mit 20 SLC-NANDs vom Typ Intel 29F16G08CANC1. Kingston beziffert die sequenzielle Leseleistung mit 250 MByte/s, die Schreibgeschwindigkeit mit 170 MByte/s. Diese Werte entsprechen Intels Angaben der X25-E Extreme.

Die Ansteuerung der 20 Flash-ICs übernimmt der von Intel selbst entwickelte SSD-Controller PC29AS21AA0 mit seinen zehn parallelen NAND-Channels. Native Command Queuing soll mit 32 gleichzeitigen Operationen für zusätzliche Performance sorgen.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Kingston SSDNow E Series.**] gal6

Für hohe Performance im typischen Lese-, Schreib- und Kopierbetrieb steht unterstützend ein 16-MByte-SDRAM-Cache vom Typ **Samsung K4S281632I-UC60**[10] zur Verfügung.

Kingstons SSDNow E Series mit 32 GByte Kapazität gibt es für zirka 380 Euro.

Quickinfo

Produkt	**SSDNow E Series SNE125-S2/32GB**
Hersteller	**Kingston**[59]
Kapazität	32 GByte
Technologie	SLC NAND
Cache / Puffer	16 MByte
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	-- Watt
Leistung Zugriff	2,4 Watt
Leistung Stand-by	0,06 Watt
Temperaturbereich – Aus	-55 bis 95° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C

Produkt	**SSDNow E Series SNE125-S2/32GB**
Fehlerrate	1 / 10^15 Bit
MTBF	2.000.000 Std.
Schock – Aus	1000 G / 0,5 ms
Schock – Betrieb	1000 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	80 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	380 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[60]

7. Kingston SSDNow M Series

Mit der SSDNow M Series bietet **Kingston**[11] eine Solid State Disk mit 80 GByte Kapazität an. Das Flash-Laufwerk basiert auf Intels X25-M Mainstream und verwendet MLC-NANDs.

Die SSDNow M Series erreicht laut Kingston eine sequenzielle Leserate von 250 MByte/s. Beim Schreiben im sequenziellen Modus sollen 70 MByte/s möglich sein. Diese Angaben entsprechen erwartungsgemäß den Performance-Werten von Intels X25-M Mainstream. Die 80 GByte Kapazität sind in der Kingston SSDNow M Series mit 20 MLC-NANDs aus Intel-Produktions realisiert – ebenfalls identisch zur X25-M.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Kingston SSDNow M Series.**] gal7

Die M Series arbeitet wie die SSDNow E Series mit einem von Intel entwickelten SSD-Controller. Der Chip steuert über zehn parallele NAND-Channels die Speicher-ICs an. Zum Puffern der Daten steht einen 16-MByte-SDRAM-Cache vom Typ **Samsung K4S281632K-UC60**[12] unterstützend zur Seite.

Kingston schraubt auf das zur Intel X25-M Mainstream identische Metallgehäuse noch einen 2,5 mm hohen Kunststoffaufsatz. Damit bietet die SSDNow M Series eine bei 2,5-Zoll-Festplatten übliche Standardhöhe von 9,0 mm. Der passgenaue Einbau in Notebooks wird so erleichtert.

Den Preis der SSDNow M Series mit 80 GByte Kapazität beziffern Online-Händler mit zirka 350 Euro.

Quickinfo

Produkt	**SSDNow M Series SNM125-S2/80GB**
Hersteller	**Kingston**[61]
Kapazität	80 GByte
Technologie	MLC NAND
Cache / Puffer	16 MByte
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	0,15 Watt
Leistung Zugriff	--
Leistung Stand-by	0,06 Watt
Temperaturbereich – Aus	-55 bis 95° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	1 / 10^15 Bit
MTBF	1.200.000 Std.
Schock – Aus	1000 G / 0,5 ms
Schock – Betrieb	1000 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	86 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	350 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[62]

8. MemoRight GT Series

In der **MemoRight**[13] GT Series MR25.2-064S mit 64 GByte Kapazität sind SLC-NAND-Flash-ICs vom Typ **Samsung**[14] K9WBG08U1M-PCB0 verbaut. Insgesamt 16 dieser 32-Gbit-NANDs ergeben die Gesamtkapazität der MemoRight GT. Die 64-GByte-SSD ermöglicht laut Hersteller damit eine maximale Lese-/Schreibrate von 120 MByte/s.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: MemoRight GT Series Flash SSD.**] gal8

Den SLC-NANDs steht ein 64-MByte-SDRAM als Datenpuffer zur Seite. Die Organisation der Daten und alle notwendigen Rechenaufgaben übernimmt der in einem **Altera II Cyclone FPGA**[15] einprogrammierte Controller. MemoRight besitzt mehrere Patente im Bereich der SSD-Technik und setzt deshalb bei der GT Series auf eine eigene Lösung. Der Controller der GT Series arbeitet mit dem parallelen ATA-Protokoll. Zuständig für die Umsetzung in Serial ATA zeigt sich schließlich der Bridge-Baustein Marvell 88SA8040.

MemoRight bietet die GT Series mit 32, 64 und 128 GByte Kapazität an. Unsere getestete 64-GByte-Variante steht mit 1039 Euro in der Preisliste. Das 32-GByte-Modell kostet 589 Euro, für das 128-GByte-Topmodell sind 2059 Euro fällig.

Quickinfo

Produkt	**GT Series MR25.2-064S**
Hersteller	**MemoRight**[63]
Kapazität	64 GByte
Technologie	SLC NAND
Cache / Puffer	64 MByte
Interface	SATA
Leistung Leerlauf	0,9 Watt
Leistung Zugriff	2,0 Watt
Leistung Stand-by	0,8 Watt
Temperaturbereich – Aus	-40 bis 95° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +60° C
Fehlerrate	1 / 10^16 Bit
MTBF	1.000.000 Std.
Schock – Aus	--
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	101 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	1039 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[64]

9. Mtron SSD MOBI MSD-SATA3525

Der koreanische Hersteller **Mtron**[16] bietet mit der SSD MOBI 3500 Flash-Laufwerke mit Kapazitäten von 16, 32 und 64 GByte an. Die 2,5-Zoll-Modelle verwenden Flash-ICs mit SLC-NAND-Technologie.

Beim SSD-Controller setzt Mtron auf eine Eigenentwicklung mit der Bezeichnung 58U29. Der als FPGA realisierte Controller erledigt seine Arbeit mit einem integrierten ARM7-Prozessorkern. Über vier Channels steuert der Mtron 58U29 die insgesamt 16 SLC-NANDs vom Typ Toshiba TH58NVG4S0DTG20 an. Zum Puffern der Daten steht dem Controller zusätzlich ein 32 MByte fassender SDRAM-Cache vom Typ **Hynix HY5V52A**[17] zur Verfügung.

Mtrons SSD-Controller arbeitet noch mit dem parallelen ATA-Protokoll. Zuständig für die Umsetzung in Serial ATA zeigt sich schließlich der Bridge-Baustein Marvell 88SA8052.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Mtron MOBI MSD-SATA3525-032.**] gal9

Durch die vier Channels des SSD-Controllers bleibt die Bandbreite beschränkt. Mtron gibt für die MSD-SATA3525 eine sequenzielle Transferrate von 100 MByte/s an – sowohl beim Lesen als auch beim Schreiben. Zum Vergleich: Der Intel-Controller in den Intel/Kingston-SSDs arbeitet mit 10 parallelen Channels. Mtron hat für 2009 bereits einen neuen 8-Channel-Controller angekündigt. Damit sollen Bandbreiten bis 260 MByte/s möglich sein.

Mtrons MOBI 3500 ist in unserer getesteten 32-GByte-Version für zirka 165 Euro bei Online-Händlern gelistet. Für die 64-GByte-Variante sind zirka 310 Euro fällig.

Quickinfo

Produkt	**SSD MOBI MSD-SATA3525-32**
Hersteller	**Mtron**[65]
Kapazität	32 GByte
Technologie	SLC NAND
Cache / Puffer	32 MByte
Interface	SATA
Leistung Leerlauf	1,13 Watt
Leistung Zugriff	1,4 Watt
Leistung Stand-by	--
Temperaturbereich – Aus	-40 bis 55° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	--
MTBF	1.000.000 Std.
Schock – Aus	--
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	63 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	165 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[66]

10. OCZ Core Series

OCZ Technology[18] kündigte Anfang Juli 2008 seine neue Core Series an. Die 2,5-Zoll-SSDs mit Serial-ATA-II-Schnittstelle gibt es mit Kapazitäten von 32, 64 und 128 GByte.

Für alle Varianten beziffert OCZ sequenzielle Leseraten von 120 bis 143 MByte/s. Die Schreibgeschwindigkeit wird vom Hersteller mit 80 bis 93 MByte/s angeben. OCZ setzt bei seinen SSDs auf die MLC-NAND-Technologie. In dem von TecChannel getesteten 64-GByte-Modell Core Series OCZSSD2-1C64G sind acht MLC-NANDs vom Typ **Samsung**[19] K9HCG08U1M-PCB0 verbaut. OCZ setzt damit auf die identische Speicherbestückung wie Transcend bei seinem 64-GByte-MLC-Modell TS64GSSD25S-M. Allerdings unterscheiden sich das Transcend- und das OCZ-Modell im Platinenlayout und in der Anordnung der MLC-NANDs.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: OCZ Core Series.**] gal10

Die OCZ Core Series hat als weitere Gemeinsamkeit mit den Transcend-SSDs den verwendeten Flash-Controller JMF602 von **JMicron**[20]. Somit besitzt die Core Series keinen DRAM-Cache als zusätzlichen Datenpuffer. Die USB-Unterstützung des JMF602 nutzt auch OCZ bei der aktuellen Core Series noch nicht. Allerdings enthält das Gehäuse bereits eine Aussparung für einen Mini-USB-Port. Auf der Platine sind die Signalleitungen zwar verlegt, es fehlen aber die SMD-Bauteile sowie der Connector.

Online-Händler listen die OCZ Core Series für zirka 160 (64 GByte) sowie 260 Euro (128 GByte). Inzwischen sind die Modelle der OCZ Core Series V2 gelistet. Die V2-SSDs sollen Leseraten bis 170 MByte/s und Schreibraten von 98 MByte/s ermöglichen. Einen Test der Core Series V2 werden wir Ihnen demnächst bei TecChannel bieten.

Quickinfo

Produkt	**Core Series OCZSSD2-1C64G**
Hersteller	**OCZ Technology**[67]
Kapazität	64 GByte
Technologie	MLC NAND
Cache / Puffer	--
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	0,48 Watt
Leistung Zugriff	--
Leistung Stand-by	--
Temperaturbereich – Aus	-55 bis 140° C
Temperaturbereich – Betrieb	-10 bis +70° C
Fehlerrate	--
MTBF	1.500.000 Std.
Schock – Aus	--
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	86 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	160 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[68]

11. Patriot Warp SSD v2

Patriot Memory[21] bietet mit Warp Series SSD v2 Flash-Laufwerke mit Kapazitäten von 32, 64 und 128 GByte an. Die SSD-Modelle arbeiten alle mit MLC-NANDs. Für unseren Test wählten wir 128-GByte-Variante mit der Modellnummer PE128GS25SSDR.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Patriot Memory Warp SSD v2.**] gal11

Insgesamt 16 MLC-NANDs vom Typ **Samsung**[22] K9HCG08U1M-PCB0 ergeben die Gesamtkapazität von 128 GByte. Patriot Memory setzt bei der Warp SSD v2 somit auf die gleichen Flash-ICs wie beispielsweise OCZ Technology bei der Core Series. Der Hersteller beziffert die sequenzielle Leserate der Warp SSD v2 mit bis zu 175 MByte/s. Beim Schreiben gibt der Hersteller 100 MByte/s im sequenziellen Modus an. Damit liegen die Werte etwas über den Herstellangaben der OCZ Core Series.

Auch beim Controller setzt Patriot auf bekannte Kost. Die Ansteuerung der MLC-NANDs übernimmt der JMF602 von **JMicron**[23]. Einen Cache-Baustein sucht man bei der Warp SSD v2 vergeblich.

Die getestete 128-GByte-Version der Warp SSD v2 ist bei Online-Händlern für zirka 280 Euro gelistet. Das 32- und 64-GByte-Modell gibt es für zirka 80 beziehungsweise 160 Euro.

Quickinfo

Produkt	**Warp SSD v2 PE128GS25SSDR**
Hersteller	**Patriot Memory**[69]
Kapazität	128 GByte
Technologie	MLC NAND
Cache / Puffer	--
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	--
Leistung Zugriff	--
Leistung Stand-by	--
Temperaturbereich – Aus	-55 bis +125° C
Temperaturbereich – Betrieb	-10 bis +70° C

Produkt	**Warp SSD v2 PE128GS25SSDR**
Fehlerrate	--
MTBF	1.500.000 Std.
Schock – Aus	1500 G / 0,5 ms
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	91 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	280 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[70]

12. PhotoFast G-Monster-V2

PhotoFast[24] offeriert mit der G-Monster-V2 Flash-Laufwerke mit 128 und 256 GByte Kapazität. Die in einem Metallgehäuse eingebetteten Speicherchips basieren auf der MLC-NAND-Technologie. PhotoFast verwendet in unserer getesteten 128-GByte-Version 16 **Samsung**[25]-MLC-Chips vom Typ K9HCG08U1M-PCB0.

Die Ansteuerung der MLC-NANDs übernimmt bei der G-Monster-V2 JMicrons RAID-Controller JMB390 mit zwei dahinter hängenden Flash-Controllern JMF602. Durch die Dual-Controller-Implementation im RAID-Verfahren erreicht die G-Monster V2 laut PhotoFast eine maximale sequenzielle Leserate von 230 MByte/s. Beim sequenziellen Schreiben sollen bis zu 160 MByte/s möglich sein. Damit bietet die G-Monster-V2 deutlich höhere Transferraten als beispielsweise die Patriot Warp SSD v2, die eine identische Flash-IC-Bestückung besitzt, aber nur einen JMF602-Controller einsetzt (175 MByte/s Lesen, 100 MByte/s Schreiben).

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: PhotoFast G-Monster-V2.**] gal12

Durch die Verwendung der JMicron-JMF602-Controller greift auch die G-Monster-V2 auf keinen Cache zurück. Erst im Laufe des Jahres 2009 soll es von JMicron einen Nachfolger JMF612 mit DRAM-Cache geben.

Für die PhotoFast G-Monster-V2 mit 128 GByte Kapazität verlangen**deutsche Distributoren**[26] 449 Euro.

Quickinfo

Produkt	**G-Monster-V2 128GB MLC SSD**
Hersteller	**PhotoFast**[71]
Kapazität	128 GByte
Technologie	MLC NAND
Cache / Puffer	--
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	--
Leistung Zugriff	--
Leistung Stand-by	--
Temperaturbereich – Aus	-55 bis +95° C
Temperaturbereich – Betrieb	-10 bis +70° C
Fehlerrate	1 / 10^15 Bit
MTBF	2.500.000 Std.
Schock – Aus	1500 G / 0,5 ms
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	97 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	449 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[72]

13. Samsung 256GB MLC SSD

Samsung[27] bietet eine neue SSD-Serie - interne Bezeichnung PB22-J – mit Kapazitäten von 64, 128 und 256 GByte an. Die Solid State Disks verwenden MLC-NANDs und werden unter den Modellbezeichnungen 64GB MLC SSD, 128GB MLC SSD und wie in der getesteten Version als 256GB MLC SSD vertrieben.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Samsung 256GB MLC SSD.**] gal13

Für die MLC-NAND-basierenden Solid State Disks gibt Samsung eine maximale sequenzielle Leserate von 220 MByte/s an. Die Schreibgeschwindigkeit wird mit für MLC-SSDs sehr hohen 200 MByte/s beziffert. Unser getestetes 256-GByte-Modell ist mit 16 MLC-NANDs vom Typ Samsung K9MDGZ8U5M-SCK0 ausgestattet. Die einzelnen Speicherchips sind in einer Stacked-Technologie realisiert.

Für die Ansteuerung der MLC-NANDs zeigt der Samsung-Controller vom Typ S3C29RBB01-YH40 verantwortlich. Dem ARM-basierenden Controller steht ein 128MByte großer SDRAM-Puffer vom Typ **Samsung K4X1G323PD-8GC6**[28] zur Seite.

Die Samsung 256GB MLC SSD MMDOE56G5MXP-0VB mit 256 GByte Kapazität ist bei Online-Händlern für zirka 650 Euro erhältlich.

Quickinfo

Produkt	**256GB MLC SSD MMDOE56G5MXP-0VB**
Hersteller	**Samsung**[73]
Kapazität	256 GByte
Technologie	MLC NAND
Cache / Puffer	128 MByte
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	0,15 Watt
Leistung Zugriff	1,5 Watt
Leistung Stand-by	0,15 Watt
Temperaturbereich – Aus	-55 bis +95° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	--
MTBF	1.000.000 Std.
Schock – Aus	1500 G / 0,5 ms
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	80 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	650 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[74]

14. Samsung SSD SATA-2 SLC

Samsung[29] bietet seine Solid State Disks mit SLC-NANDs mit 25, 32, 50 und 64 GByte Kapazität an. Modelle mit MLC-NANDs preist der Hersteller in 64- und 128-GByte-Versionen an. Im TecChannel-Testlabor untersuchen wir die Samsung SSD SATA-2 SLC mit der Modellnummer MCCOE64G5MPP-0VA.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Samsung SSD SATA-2 SLC.**] gal14

Laut Samsung erreicht das SLC-NAND-Modell eine sequenzielle Leserate von 100 MByte/s. Die sequenzielle Schreibrate beziffert der Hersteller mit 80 MByte/s. In der getesteten 64-GByte-SDD MCCOE64G5MPP-0VA verbaut Samsung 16 SLC-NAND-Flash-ICs vom Typ Samsung K9NCG08U5M-PCK0 verbaut. Insgesamt acht dieser in Stacked-Technologie realisierten 64-GBit-NANDs ergeben die Gesamtkapazität der SSD.

Die Ansteuerung der Flash-ICs übernimmt der Samsung-Controller vom Typ S3C49RBX01-YH80. Dem ARM-basierenden Controller steht ein 32 MByte großer SDRAM-Puffer vom Typ **Samsung K4M56323PI-HG75**[30] zur Seite.

Die Samsung SSD SATA-2 SLC mit 64 GByte Kapazität ist bei Online-Händlern für zirka 480 Euro erhältlich.

Quickinfo

Produkt	**SSD SATA-2 SLC MCCOE64G5MPP-0VA**
Hersteller	**Samsung**[75]
Kapazität	64 GByte
Technologie	SLC NAND
Cache / Puffer	32 MByte
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	0,2 Watt
Leistung Zugriff	0,48 Watt
Leistung Stand-by	0,2 Watt
Temperaturbereich – Aus	-55 bis +95° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	--
MTBF	2.000.000 Std.
Schock – Aus	1500 G / 0,5 ms
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	73 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	480 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[76]

15. Transcend SATA-2 SSD 128GB MLC-NAND

Die SATA-2 SSD TS128GSSD25S-M von **Transcend**[31] mit 128 GByte Kapazität ist mit MLC-NANDs ausgestattet. Wie bei den Varianten mit geringerer Kapazität verwendet der Hersteller Flash-ICs vom Typ **Samsung**[32] K9HCG08U1M-PCB0.

Insgesamt 16 dieser MLC-NAND-ICs ergeben die Gesamtkapazität von 128 GByte. Die Ansteuerung der Flash-Bausteine übernimmt der SSD-Controller **JMicron**[33] JMC602. Mit seinen acht Channels kann der JMF602 entsprechend acht NAND-Chips gleichzeitig auslesen oder beschreiben. Damit erreicht die SATA-2 SSD 128GB laut Transcend eine maximale sequenzielle Leserate von 163 MByte/s. Beim Schreiben sollen bis zu 92 MByte/s möglich sein. Wie üblich bei SSDs mit JMF602-Controller besitzt auch die Transcend SATA-2 SSD 128GB keinen integrierten Cache.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Transcend SATA-2 SSD 128GB MLC-NAND.**] gal15

Transcend beziffert den Preis für die TS128GSSD25S-M mit 337 Euro. Bei Online-Händlern ist das 128-GByte-Modell bereits für zirka 250 Euro erhältlich.

Quickinfo

Produkt	**SATA-2 SSD MLC-NAND TS128GSSD25S-M**
Hersteller	**Transcend**[77]
Kapazität	128 GByte
Technologie	MLC NAND
Cache / Puffer	--
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	0,7 Watt
Leistung Zugriff	2,3 Watt
Leistung Stand-by	--
Temperaturbereich – Aus	-40 bis +85° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C

Produkt	**SATA-2 SSD MLC-NAND TS128GSSD25S-M**
Fehlerrate	--
MTBF	1.000.000 Std.
Schock – Aus	--
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	48 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	250 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[78]

16. Transcend SATA-2 SSD 64GB MLC-NAND

Transcend[34] bietet seit Ende Juli 2008 SATA-II-SSDs mit 32 und 64 GByte Kapazität an. Die Laufwerke verwenden MLC-NANDs. Im TecChannel-Testlabor untersuchen wir das 64-GByte-Modell TS64GSSD25S-M. SLC-NAND-Varianten hat Transcend ebenfalls im Angebot.

Für die MLC-Variante gibt Transcend eine sequenzielle Leserate von 117 MByte/s sowie eine Schreibrate von 43 MByte/s an. Acht MLC-NANDs vom Typ **Samsung**[35] K9HCG08U1M-PCB0 ergeben die Gesamtkapazität von 64 GByte.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Transcend SATA-2 SSD 64GB MLC-NAND.**] gal16

Auf der Herstellerseite preist Transcend jetzt SSDs mit identischer Produktbezeichnung an, die aber höhere Transferraten bieten. Die MLC-64-GByte-SSD soll demnach 148/92 MByte/s beim Lesen/Schreiben ermöglichen. Transcend sollte hier seine Produktbezeichnung überarbeiten, damit beim Kauf keine Verwirrung zwischen den ursprünglichen und neueren Versionen entsteht. Achten Sie beim Kauf unbedingt auf die angegebenen sequenziellen Transferraten. Die neue MLC-Variante befindet sich bereits im TecChannel-Testlabor.

Die Transcend SSD mit MLC-NAND verwendet als Controller den JMF602 von **JMicron**[36]. Der SSD-Controller setzt den Flash-Datenstrom direkt auf SATA II oder wahlweise USB um. Mit seinen acht Channels kann der JMF602 entsprechend acht NAND-Chips gleichzeitig ansteuern. Über einen integrierten DRAM-Cache verfügt der seit Januar 2008 verfügbare Controller nicht. Erst im Laufe des Jahres 2009 soll es von JMicron einen Nachfolger JMF612 mit DRAM-Cache geben.

Transcend verlangt für die 64-GByte-SSD mit MLC-NANDs 178 Euro. Online-Händler listen das Laufwerk bereits für zirka 125 Euro.

Quickinfo

Produkt	**SATA-2 SSD MLC-NAND TS64GSSD25S-M**
Hersteller	**Transcend**[79]
Kapazität	64 GByte
Technologie	MLC NAND
Cache / Puffer	--
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	0,62 Watt
Leistung Zugriff	0,95 Watt
Leistung Stand-by	--
Temperaturbereich – Aus	-40 bis +85° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	--
MTBF	--
Schock – Aus	--
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	50 Gramm

Produkt	**SATA-2 SSD MLC-NAND TS64GSSD25S-M**
Preis (Stand: 07.04.09)	125 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[80]

17. Transcend SATA-2 SSD SLC-NAND

Transcend[37] bietet seit Ende Juli 2008 neben MCL-NAND-SSDs auch SLC-Varianten mit 32 und 64 GByte Kapazität an. Im TecChannel-Testlabor untersuchen wir das 64-GByte-Modell TS64GSSD25S-S mit SLC-Chips. MLC-Modelle sind durch ein „M“ an Ende der Modellnummer gekennzeichnet.

Beim Flash-Laufwerk TS64GSSD25S-S mit SLC-NANDs setzt Transcend auf 16 **Samsung**[38]-Chips vom Typ K9WBG08U1M-PCB0. Hier verwendet der Hersteller die gleichen Speicher-Chips wie beispielsweise MemoRight bei der GT Series mit 64 GByte. Während Transcends angegebene sequenzielle Leserate von 119 MByte/s auf dem MemoRight-Niveau liegt, bleibt der Schreibwert von 64 MByte/s deutlich darunter.

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Transcend SATA-2 SSD- SLC-NAND.**] gal17

Auf der Herstellerseite preist Transcend jetzt SSDs mit identischer Produktbezeichnung an, die aber höhere Transferraten bieten. Die neuere SLC-Variante ist mit 163/142 MByte/s Lese-/Schreibrate gekennzeichnet. Transcend sollte hier seine Produktbezeichnung überarbeiten, damit beim Kauf keine Verwirrung zwischen den ursprünglichen und neueren Versionen entsteht. Achten Sie beim Kauf unbedingt auf die angegebenen sequenziellen Transferraten.

Wie beim MCL-Modell setzt Transcend auch bei der SLC-Variante auf den Controller JMF602 von **JMicron**[39]. Über einen integrierten Cache verfügt somit auch das SLC-Modell nicht.

Transcends akutelle 64-GByte-SSD mit SLC-NANDs steht mit 669 Euro in der Preisliste. Unser getestetes Modell gibt es bei Online-Händler für zirka 490 Euro.

Quickinfo

Produkt	**SATA-2 SSD SLC-NAND TS64GSSD25S-S**
Hersteller	**Transcend**[81]
Kapazität	64 GByte
Technologie	SLC NAND
Cache / Puffer	--
Interface	SATA II
Leistung Leerlauf	0,62 Watt
Leistung Zugriff	0,95 Watt
Leistung Stand-by	--
Temperaturbereich – Aus	-40 bis +85° C
Temperaturbereich – Betrieb	0 bis +70° C
Fehlerrate	--
MTBF	--
Schock – Aus	--
Schock – Betrieb	1500 G / 0,5 ms
Formfaktor	2,5 Zoll
Gewicht	54 Gramm
Preis (Stand: 07.04.09)	490 Euro
Preisvergleich & Shop	**Preise & Händler**[82]

18. Benchmark-Vorbetrachtung

Als Betriebssystem für die Performance-Tests der SSDs setzen wir Microsoft Windows Vista Business mit installiertem Service Pack 1 ein. Die Testplattform mit dem Intel-Desktop-Mainboard D975XBX2 und Pentium Extreme Edition 3,20 GHz bietet mit dem ICH7R einen SATA-II-Controller mit AHCI-Unterstützung. Als Vergleich für die SSDs dient die Seagate Momentus 7200.3. Die 2,5-Zoll-SATA-II-Festplatte zeichnet sich durch besonders hohe sequenzielle Transferraten aus.

Die Leistungsfähigkeit der Laufwerke bewerten wir anhand verschiedener Tests. Der Lowlevel-Benchmark tecBench lotet die maximale Leistungsfähigkeit der Laufwerke mit möglichst wenig Betriebssystem-Overhead ohne Cache aus. Der Benchmark nutzt die Laufwerke im ungepufferten Betriebsmodus (FILE_FLAG_NO_BUFFERING) im Aufruf von CreateFile(), um möglichst nah am Device-Treiber und damit hardwarenah zu messen. Mit den durch tecBench ermittelten sequenziellen Transferraten lassen sich auch die Angaben in den Datenblättern der Hersteller überprüfen.

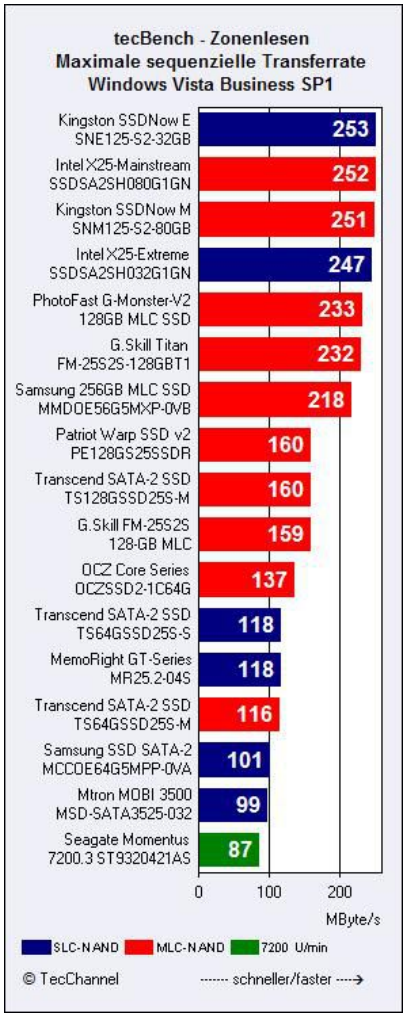
Um die Performance der Laufwerke in der Praxis zu untersuchen, führen wir mit unserem Applikations-Benchmark tecMark Schreib-, Lese- und Kopiertests unter realen Bedingungen durch. Die Realisierung erfolgt durch die Funktionen ReadFile() und WriteFile(). Der Benchmark erzeugt Dateien und liest/schreibt eine konfigurierbare Menge von Daten in diese beziehungsweise aus diesen Dateien. Dabei generiert tecMark Dateien unterschiedlichster Größe. Um das typische Verhalten von Applikationen zu berücksichtigen, die nur in den seltensten Fällen größere Datenblöcke lesen oder schreiben, erfolgt der Datentransfer in Blöcken der Größe 8 KByte. Der Kopiertest von tecMark nutzt die Betriebssystemfunktion CopyFile().

Zusätzlich ermitteln wir noch die Zeiten für den kompletten Startvorgang und das Beenden von Windows Vista Business SP1. Welche Systemleistung die Testplattform mit den verschiedenen SSDs erreicht, wird mit SYSmark2007 Preview überprüft.

Alle getesteten SSDs sind unter Windows Vista mit dem NTFS-Dateisystem mit der Standardblockgröße formatiert.

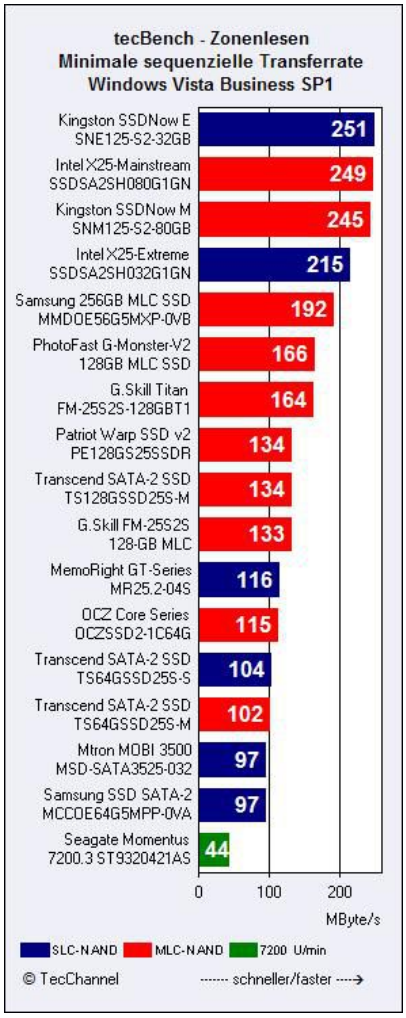
19. Update: Lesen: Sequenzielle Transferraten

Das Diagramm zeigt die maximalen Transferraten der SSDs und der HDD. Die Werte sind mit tecBench ermittelt und zeigen die sequenzielle Leserate in MByte/s.



Maximum: Intels X25-E sowie die Kingston SSDNow E Series mit SLC-NANDs und die X25-M / SSDNow M Series mit MLC-NANDs liegen auf einem ähnlich hohen Niveau. Mit zirka 250 MByte/s kratzen die Intel- und baugleichen Kingston-SSDs bereits an die Grenze der in der Praxis möglichen SATA-II-Geschwindigkeit eines Ports. Die G.Skill Titan und PhotoFast G-Monster-V2 mit integrierten RAID-Controller sowie die Samsung 256GB MLC SSD setzen sich vom Restfeld ebenfalls deutlich ab.

Wie weit die sequenzielle Datentransferrate beim Zonenlesen absinken kann, ermittelt tecBench ebenfalls. Bei Festplatten wird hier in den langsamen Innenzonen der Magnetscheiben gemessen.



Minimum: Der Lesetransfer bricht bei der Intel X25-E mit SLC-NANDs etwas stärker ein als bei der baugleichen Kingston SSDNow E Series. Die Kingston-SSD besitzt neuere Chip-Revisionen des Controllers und des Cache-Bausteins. Die G.Skill Titan sowie die PhotoFast G-Monster-V2 zeigen vereinzelt deutliche Einbrüche. Allerdings sind die Einbrüche kein Vergleich zur herkömmlichen Festplatte. Bauartbedingt fällt die Transferrate zu den inneren Zonen der Magnetscheiben kontinuierlich ab.

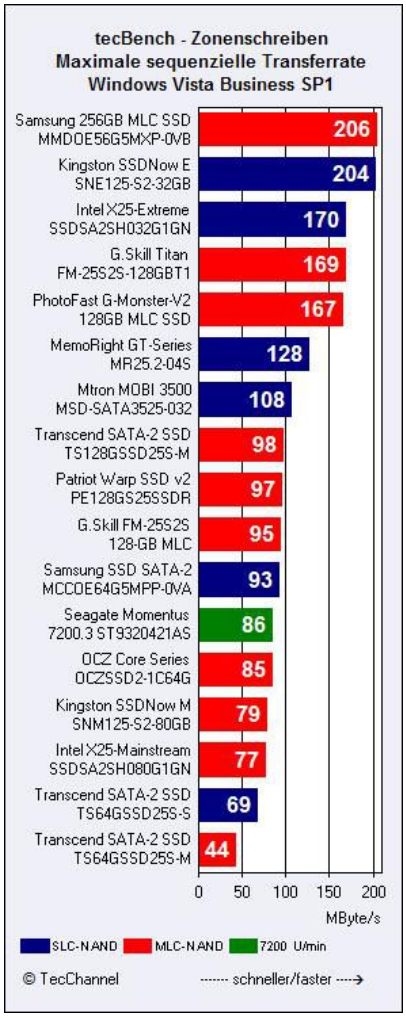
20. Update: Lesen: Grafischer Transferverlauf

In der Bildergalerie finden Sie den Transferverlauf der getesteten Solid State Disks beim Zonenlesen über die komplette Kapazität:

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Solid State Disk – sequenzielle Transferraten Lesen.**] gal18

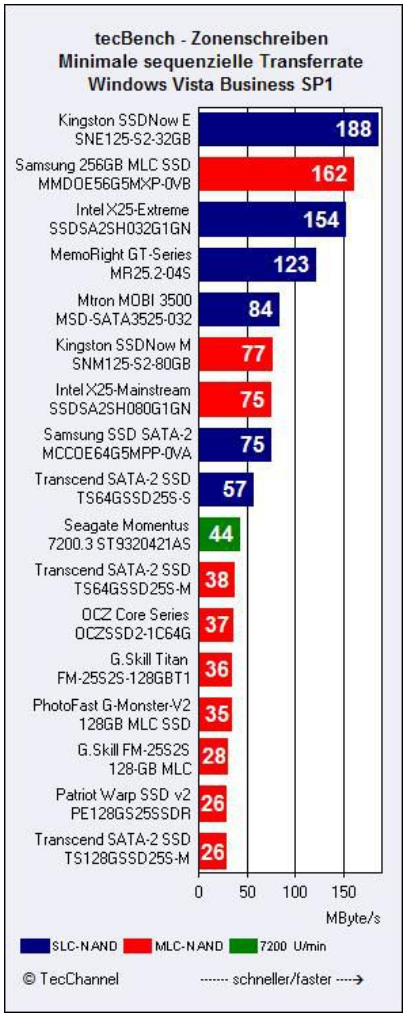
21. Update: Schreiben: Sequenzielle Transferraten

Das Diagramm zeigt die maximalen Transferraten der SSDs und der HDD. Die Werte sind mit tecBench ermittelt und illustrieren die sequenzielle Schreibrate in MByte/s.



Maximum: Samsungs neue 256GB MLC SSD erreicht mit theoretisch langsameren MLC-NANDs eine höhere Schreibrate als Intels X25-E sowie die baugleiche Kingston SSDNow E Series (neuere Chip-Revisionen) mit SLC-NANDs. Die MLC-basierenden X25-M und SSDNow M fallen dagegen weit zurück. Stark präsentiert sich auch die G.Skill Titan und die PhotoFast G-Monster-V2 – durch ihre zwei parallel agierenden Controller erzielen diese MLC-NAND-SSDs diese hohen maximalen Schreibraten. Die MemoRight SSD und Mtron MOBI 3500 mit SLC-NANDs erreichen beim Schreiben ebenfalls eine hohe Performance und überholen viele Konkurrenten.

Wie weit die sequenzielle Datentransferrate beim Zonenschreiben absinken kann, ermittelt tecBench ebenfalls. Bei Festplatten wird hier in den langsamen Innenzonen der Magnetscheiben gemessen.



Minimum: Die Samsung 256GB MLC NAND bricht zwar um über 40 MByte/s ein, liefert aber mit Abstand den höchsten Schreibwert bei MLC-NAND-SSDs. Extreme Einbrüche gibt es bei der G.Skill Titan und PhotoFast G-Monster-V2 mit ihren zwei integrierten Controllern. Unsere getestete Kingston SSDNow E Series unterscheidet sich von der baugleichen Intel X25-E durch aktuellere Chip-Revisionen. Deshalb ist das „Intel-Original“ etwas benachteiligt gegenüber der Kingston-SSD.

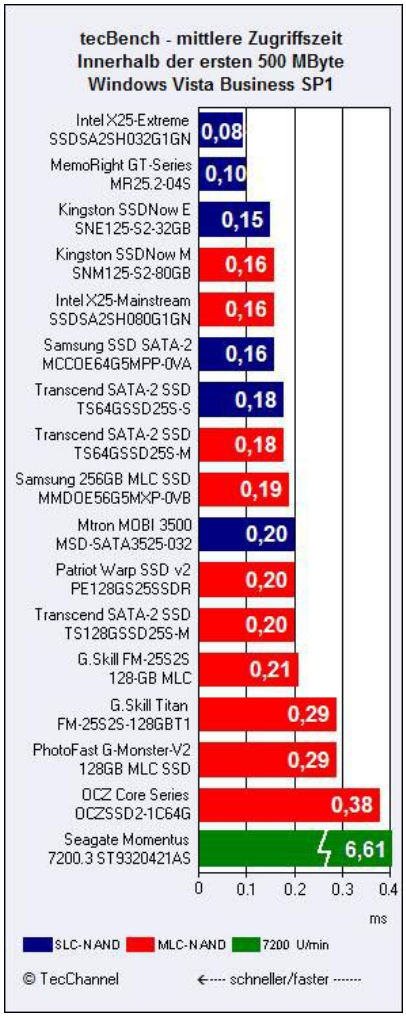
22. Update: Schreiben: Grafischer Transferverlauf

In der Bildergalerie finden Sie den Transferverlauf der getesteten Solid State Disks beim Zonenschreiben über die komplette Kapazität:

[Hinweis auf Bildergalerie: **Bildergalerie: Solid State Disk – sequenzielle Transferraten Schreiben.**] gal19

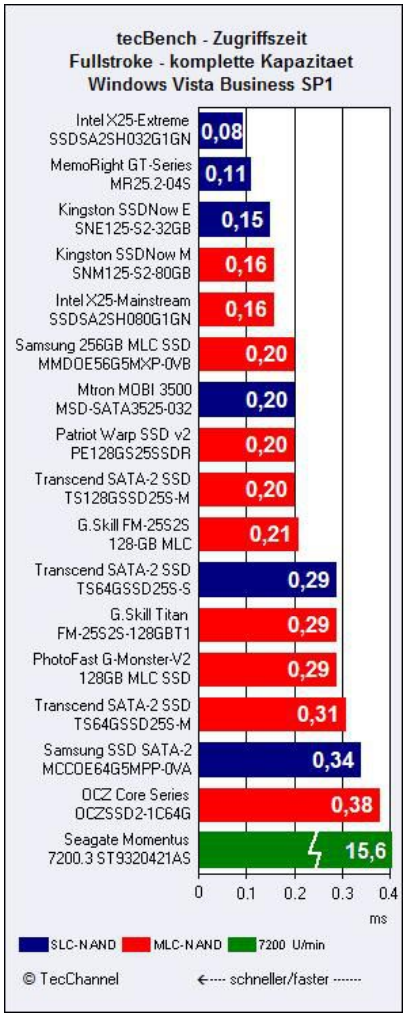
23. Update: Zugriffszeiten

Das Diagramm zeigt die Zugriffszeit der SSDs sowie der HDD. tecBench ermittelt, wie schnell bei einem wahlfreien Zugriff innerhalb der ersten 500 MByte auf die Daten zugegriffen wird. Daraus ergibt sich die Zeitangabe in Millisekunden (ms).



Verschwindend: Latenzzeiten und Magnetkopfpositionierungszeiten sind für SSDs Fremdwörter. Entsprechend wird das Magnetscheibenmodell mit 6,61 ms regelrecht deklassiert. Doch selbst bei den SSDs gibt es noch Unterschiede - die Intel X25-E mit SLC-NANDs greift doppelt so schnell auf die Daten zu wie das MLC-Modell X25-M.

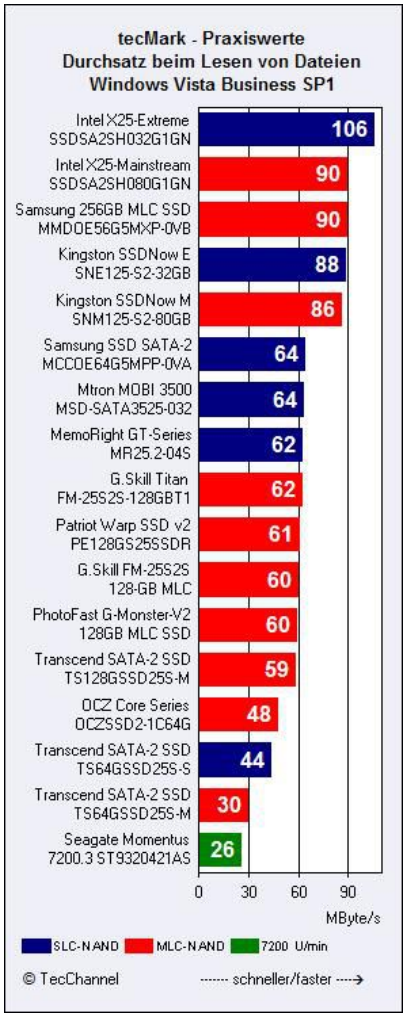
Welche Zeit bei einem Fullstroke-Zugriff verstreicht, sehen Sie im folgenden Diagramm. Bei den SSDs erfolgen hier Zugriffe über die komplette Kapazität. Bei herkömmlichen Festplatten bewegen sich hier die Schreib-/Leseköpfe über die gesamte Oberfläche der Magnetscheiben.



Vorteil Flash: Der Flash-Technologie ist es egal, wo die Daten liegen. Die Zugriffszeiten bleiben minimal. Nur bei den Transcend-SSDs und der Samsung SSD SATA-2 erhöht sich die Zeit um zirka 0,1 bis 0,2 ms.

24. Update: Praxiswerte: Lesen

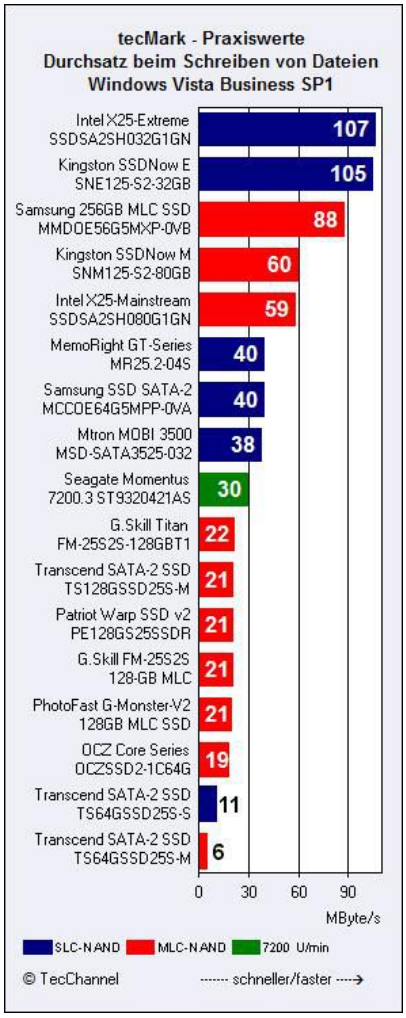
Im Diagramm wird die Datentransferrate der SSDs und der HDD beim Lesen von Dateien unter Windows Vista dargestellt. Die Werte wurden mit tecMark ermittelt und zeigen die maximale Leserate in MByte/s.



Leseratte: Intels X25-E Extreme sowie das MLC-NAND-Modell X25-M bieten zusammen mit der ebenfalls MLC-NAND-basierenden Samsung 256GB MLC SSD mit Abstand die höchsten Transferraten. Auf den Plätzen folgen die auf den Intel-SSDs basierenden Kinston-Modelle, die sich nur durch eine andere Firmware/Chip-Revision vom Original unterscheiden. Die G.Skill Titan und PhotoFast G-Monster-V2 mit ihren Dual-Controllern können die hohen sequenziellen Leseraten in der Praxis nicht positiv umsetzen. Modelle mit einem JMF602-Controller und identischen MLC-NANDs wie die G.Skill FM-25S2S erreichen die gleiche Performance.

25. Update: Praxiswerte: Schreiben

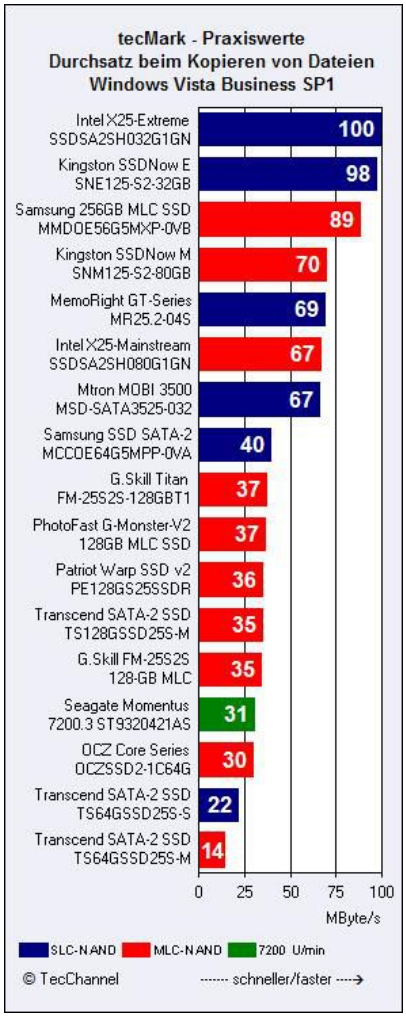
Im Diagramm wird die Datentransferrate der SSDs und der HDD beim Schreiben von Dateien unter Windows Vista dargestellt. Die Werte wurden mit tecMark ermittelt und zeigen die maximale Schreibrate in MByte/s.



Schnellschreiber: Intels X25-E Extreme und die baugleiche Kingston SSNow E Series stellen das Maß der Dinge dar. Sehr stark ist die MLC-NAND-basierende Samsung 256GB MLC SSD. Das Samsung-Laufwerk distanziert sich durch seine hohen sequenziellen Schreibraten deutlich von den MLC-Produkten Intel X25-M und Kingston SSDNow M. Die Performance aller Cache-losen SSDs bricht sehr stark ein. Die ankommenden Daten können für ein optimiertes blockweises Schreiben so nicht sortiert werden. Selbst die Seagate-Festplatte überholt beim Schreiben die SSDs ohne Cache.

26. Update: Praxiswerte: Kopieren

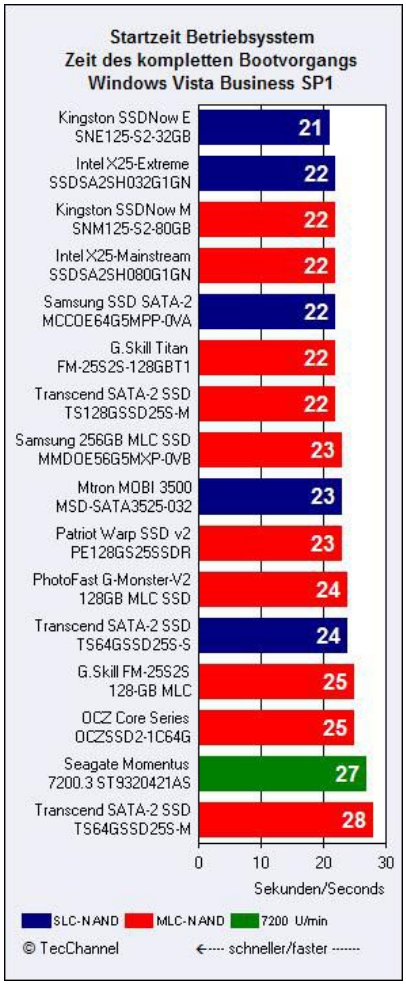
Das Diagramm macht die Datentransferrate der SSDs und der HDD beim Kopieren von Dateien unter Windows Vista deutlich. Die Werte wurden mit tecMark ermittelt und zeigen die maximale Kopierrate in MByte/s.



Eindeutige Sieger und Verlierer: In der Kombination aus Lesen und Schreiben setzen sich die Intel X25-E Extreme sowie die baugleiche Kingston SSDNow E Series wieder an die Spitze – wieder dicht gefolgt von der Samsung 256GB MLC SSD. Alle SSDs ohne Pufferbaustein bleiben weiterhin chancenlos und müssen sich teilweise sogar der Festplatte geschlagen geben.

27. Update: Vista: Startzeit

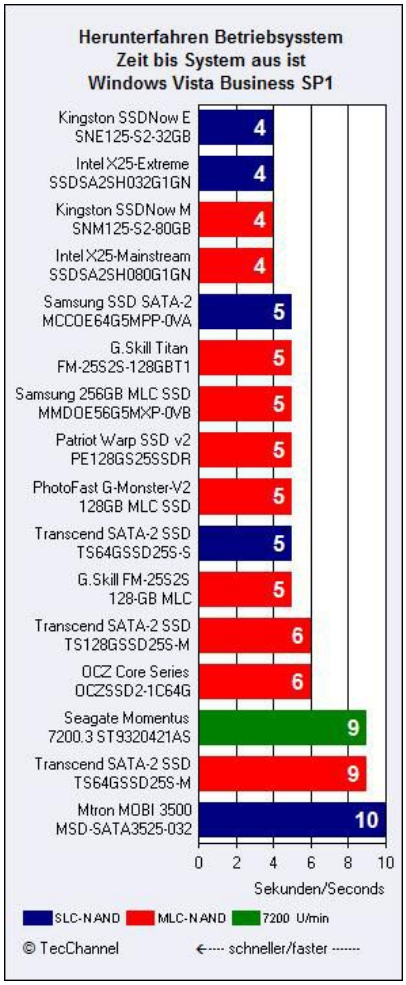
Wie lange Windows Vista mit installiertem Service Pack 1 für den kompletten Startvorgang mit den SSDs sowie der HDD benötigt, zeigt das folgende Diagramm.



Schneller Booter: Mit den Intel-/Kingston-SSDs sowie der Samsung SSD SATA-2, G.Skill Titan und Transcend SATA-2 SSD 128GB startet Windows Vista am schnellsten. Allerdings machen sich die Unterschiede zwischen den meisten SSDs durch viel Warterei auf Windows-Dienste beim Booten nicht mehr allzu deutlich bemerkbar. Einzig die Transcend SATA-2 SSD 64GB mit MLC-NANDs fällt merklich und sogar hinter die Seagate-Festplatte zurück.

28. Update: Vista: Zeit Herunterfahren

Wie lange Windows Vista Business für das komplette Herunterfahren mit den SSDs sowie der HDD benötigt, zeigt das folgende Diagramm.

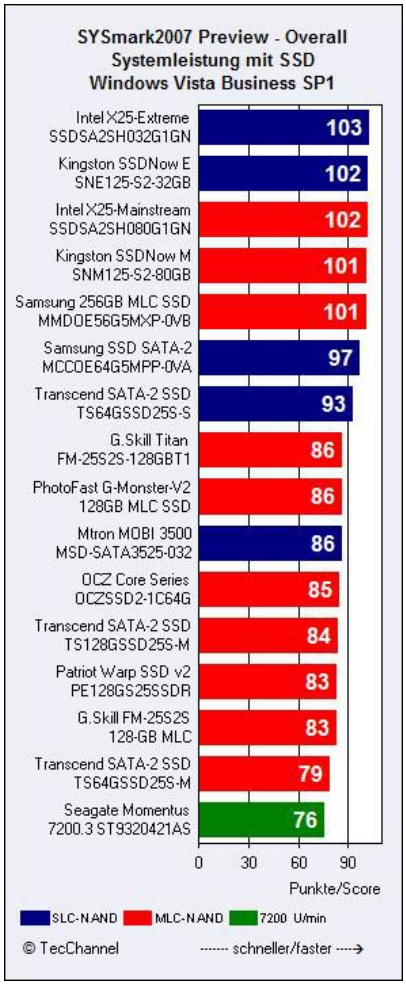


Schneller aus ...: Mit der Intel X25-E und X25-M sowie den baugleichen Kingston-SSDNow-Modellen dauert das Herunterfahren nur etwa halb so lang wie mit der MLC-NAND-basierend Transcend SATA-2 SSD 64GB und der Seagate-Festplatte. Durch Schreibvorgänge beim Herunterfahren von Windows fällt die Transcend-SSD mit ihrer geringen Schreibleistung hier so deutlich zurück. Enttäuschend zeigt sich die ansonsten mit guten Praxisschreibleistungen agierende Mtron MOBI 3500.

29. Update: Systemleistung: SYSmark2007

Mit dem Benchmark-Paket SYSmark2007 Preview bietet BAPCo eine aktualisierte Version zur Ermittlung der Systemleistung. Wie bei der Vorgängerversion SYSmark 2004 SE kommen 17 Anwendungen zum Einsatz; deren Zusammensetzung hat sich allerdings geändert. Der neue Benchmark enthält vier Workload-Szenarios: E-Learning, Office Productivity, Video Creation und 3D-Modelling.

Neben den Geschwindigkeitswerten für die Szenarios gibt SYSmark2007 einen daraus resultierenden Gesamtwert für die System-Performance aus.

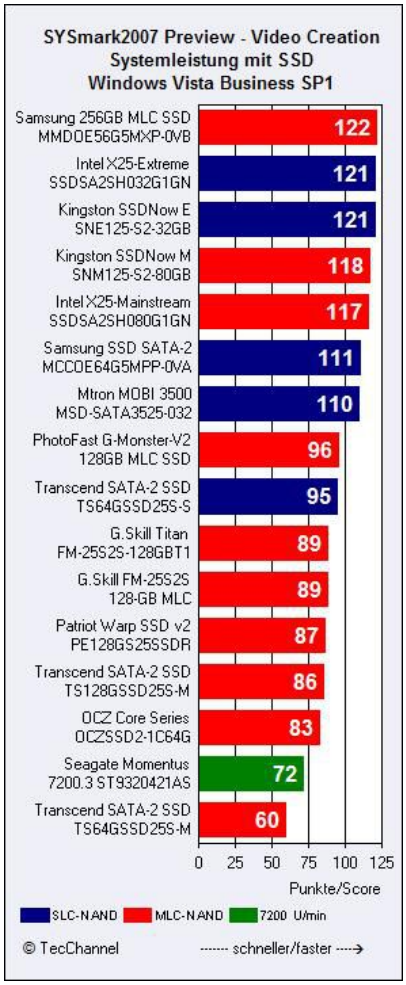


Mehr Power: Mit der Intel X25-E steigt die Systemleistung gegenüber der Seagate-Festplatte um satte 36 Prozent.

30. Update: SYSmark2007: Video Creation

Der Workload Video Creation in **SYSmark2007 Preview**[40] verwendet insgesamt fünf verschiedene Applikationen. Hierzu zählen Adobe After Effects 7, Illustrator CS2 und Photoshop CS2, Microsoft Windows Media Encoder 9 Series sowie Sony Vegas 7.

Das Szenario erzeugt ein Video unter Verwendung von Spezialeffekten und Bildern aus unterschiedlichen Quellen. Der Content wird für Online-Streaming und als High-Resolution-Material produziert. Video Creation belastet besonders das Laufwerk; hier zeigen sich die größten Unterschiede aller SYSmark2007-Szenarios.



Video Creation: Die Solid State Disks mit hohen sequenziellen Schreibleistungen und integriertem Cache liegen deutlich in Führung – mit der Samsung 256GB MLC SSD an der Spitze. Die MLC-NAND-basierenden SSDs ohne Cache wie die G.Skill Titan, Patriot Warp SSD v2, OCZ Core Series oder Transcend SATA-2 SSD fallen deutlich zurück.

31. Update: Fazit

Eine in allen Bereichen überzeugende Vorstellung liefert die Solid State Disk „256GB MLC SSD“ von **Samsung**[41]. Neben den sehr hohen sequenziellen Transferraten beim Lesen und Schreiben von über 200 MByte/s zeigt die Samsung-SSD vor allem im Praxisbetrieb eine Topleistung. Diese Performance erreicht Samsung mit MLC-NANDs, nur die **Intel**[42] X25-E sowie das Kingston-Pendant SSDNow E Series mit teuren SLC-NANDs sind nochmals geringfügig schneller.

Gegenüber der Intel X25-E und **Kingston**[43] SSDNow E Series hat Samsungs 256GB MLC SSD aber noch zwei Trümpfe in der Hand: Statt nur 32 GByte bietet Samsungs Solid State Disk mit 256 GByte Speicherplatz auf Festplatten-Niveau. Und während für die 32-GByte-SSDs zirka 380 Euro fällig werden, lässt sich Samsungs 256-GByte-Modell für „nur“ 650 Euro erwerben. Das bessere Preis-/Leistungsverhältnis liegt somit eindeutig bei Samsung. Allerdings lässt sich die Intel X25-E und Kingston SSDNow E nicht mit den Preisen und Kapazitäten der Mainstream-Produkte vergleichen. Die Hersteller positionieren die Laufwerke vor allem für den Enterprise-Einsatz in Servern und Storage-Konfigurationen. Und in sehr I/O-intensiven Workloads sind SLC-basierende Produkte weiterhin im Vorteil.

Die MLC-NAND-basierenden Intel X25-M Mainstream sowie Kingstons SSDNow M Series bleiben nach der Samsung 256GB MLC SSD die erste Wahl. Mit 80 GByte bieten die zirka 350 Euro kostenden SSDs jedoch deutlich weniger Speicherplatz als das Samsung-Drive. Der Preis pro Gigabyte fällt bei Samsung auch hier deutlich günstiger aus. Daran wird auch die in den Startlöchern stehende 160-GByte-Variante der Intel X25-M für zirka 680 Euro wenig ändern.

Bei den „Billig-SSDs“ fällt das Fazit dagegen enttäuschend aus: Sowohl die **G.Skill**[44] Titan FM-25S2S-128GBT1 und FM-25S2S-128GB, **PhotoFast**[45] G-Monster-V2, **Patriot**[46] Warp SSD v2, die **OCZ**[47] Core Series als auch die **Transcend**[48]-SSDs können mit den teureren Intel/Kingston/Samsung-SSDs und der **MemoRight**[49] GT Series nicht mithalten. Denn während die sequenziellen Transferraten der PhotoFast-, G.Skill-, Patriot-, OCZ- und Transcend-SSDs teilweise noch sehr hoch sind, bricht die Performance im Praxiseinsatz oft völlig ein.

Leider wird von den SSD-Herstellern meistens nur mit diesen maximalen sequenziellen Transferraten geworben. Für den typischen Praxisbetrieb sind diese Werte aber nicht entscheidend – außer die SSDs sollen nur für Daten-Streaming verwendet werden. Wichtig ist die Performance im typischen Lese-, Schreib- und Kopierbetrieb mit Dateien unterschiedlichster Größe. Im Vergleich zu einer modernen 2,5-Zoll-SATA-Festplatte gibt es besonders beim Schreiben und Kopieren keinen merklichen Geschwindigkeitsvorteil. Immerhin geht das Starten von Windows bei den meisten SSDs etwas flinker vonstatten. Auch ist bei fast allen SSDs die „gefühlte“ Reaktionszeit beim täglichen Arbeiten mit Applikationen kürzer. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen von SYSmark2007 wieder. An den geräuschlosen Betrieb – besonders in Notebooks – lässt sich ebenfalls schnell gewöhnen.

Sowohl Intel/Kingston als auch Samsungs 256GB MLC SSD und MemoRights GT Series besitzen für die höhere Praxis-Performance einen entscheidenden Vorteil: Die SSDs verwenden eigene, speziell angepasste SSD-Controller sowie einen Cache-Baustein. Auch Samsungs SSD SATA-2 und **Mtrons**[50] MOBI 3500 mit eigenem Controller und Cache bieten meist eine ordentliche Praxisleistung – trotz relativ niedriger sequenzieller Transferraten. G.Skill, Patriot, PhotoFast, OCZ und Transcend setzen dagegen auf einen Standard-Controller vom Typ JMicron JMF602 und verzichten auf den Cache - deshalb bricht die Schreibleistung im Praxisbetrieb gravierend ein.

So verlockend die beworbenen Transferraten von weit über 100 MByte/s bei Preisen von rund 150 Euro für 64 GByte auch sind: Der Einsatz dieser SSDs sollte wohlüberlegt sein. Die „gute alte“ Festplatte kann hier oft noch gut mithalten und bietet immer noch das beste Preis-/Leistungsverhältnis. (cvi)

Links im Artikel:

[1] **http://de.wikipedia.org/wiki/Intellectual_property**
[2] **http://newgskill.web-bi.net/bbs/G_SKILL/**
[3] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/Products_NANDFlash.html**
[4] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/Products_NANDFlash.html**
[5] **http://www.intel.de/**
[6] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/productList.do?fmly_id=122**
[7] **http://www.intel.de**
[8] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/productList.do?fmly_id=122**
[9] **http://www.kingston.com/deroot/**
[10] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/productList.do?fmly_id=122**
[11] **http://www.kingston.com/deroot/**
[12] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/productList.do?fmly_id=122**
[13] **http://www.memoright.de/**
[14] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/Products_NANDFlash.html**
[15] **http://www.altera.com/products/devices/cyclone2/cy2-index.jsp**
[16] **http://www.mtron.net**
[17] **http://www.hynix.com/datasheet/pdf/dram/HY5V52A(L)F(P)Series_(Rev1.0).pdf**
[18] **http://www.ocztechnology.com/**
[19] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/Products_NANDFlash.html**
[20] **http://www.jmicron.com/Index.html**
[21] **http://www.patriotmemory.com/**
[22] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/Products_NANDFlash.html**
[23] **http://www.jmicron.com/Index.html**
[24] **http://www.photofast.tw/eng/index.htm**
[25] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/Products_NANDFlash.html**
[26] **http://www.maxxxware.de**
[27] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/ssd/2008/product/overview.html**
[28] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/partnumberDecoderList.do?webpartnum=K4_1G323P_&cdnpartnum=_G__&ppmi=PartnoDecoder**
[29] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/ssd/2008/home/home.html**
[30] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/productList.do?fmly_id=136**
[31] **http://www.transcend.de/**
[32] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/Products_NANDFlash.html**
[33] **http://www.jmicron.com/Index.html**
[34] **http://www.transcend.de/**
[35] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/Products_NANDFlash.html**
[36] **http://www.jmicron.com/Index.html**
[37] **http://www.transcend.de/**
[38] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/Products_NANDFlash.html**
[39] **http://www.jmicron.com/Index.html**
[40] **http://www.bapco.com/products/sysmark2007preview/**

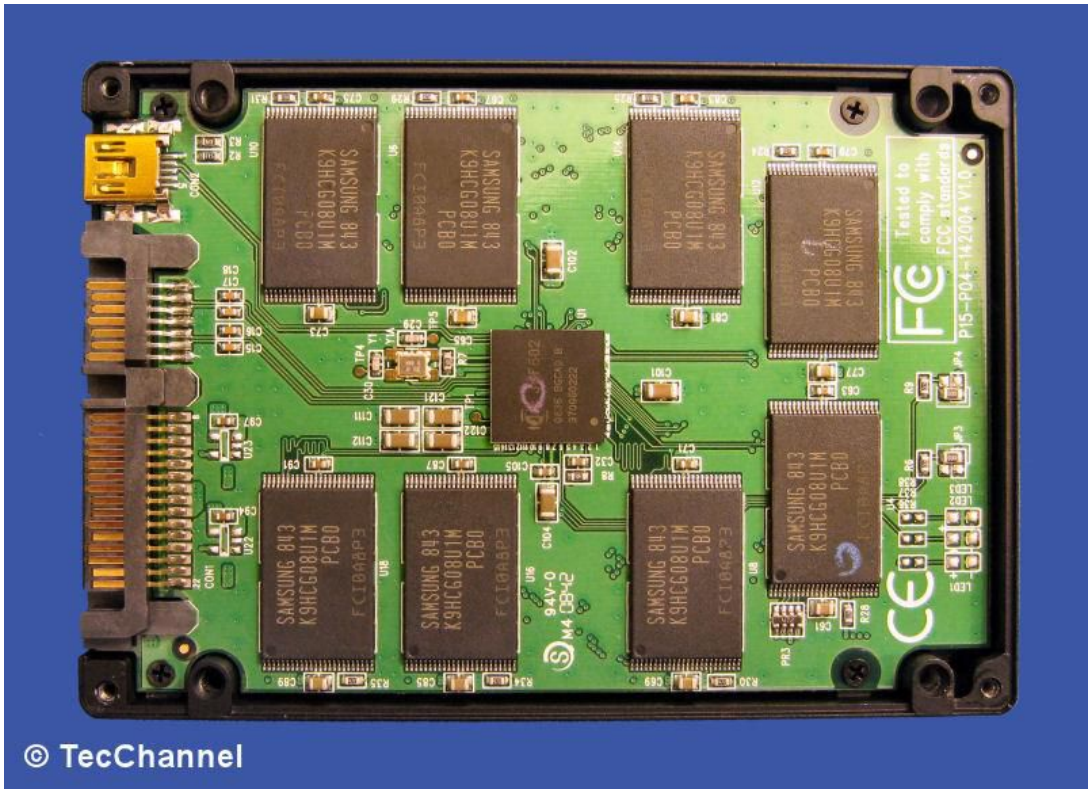
[41] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/ssd/2008/home/home.html**
[42] **http://www.intel.de/**
[43] **http://www.kingston.com/deroot/**
[44] **http://newgskill.web-bi.net/bbs/G_SKILL/**
[45] **http://www.photofast.tw/eng/index.htm**
[46] **http://www.patriotmemory.com/**
[47] **http://www.ocztechnology.com/**
[48] **http://www.transcend.de/**
[49] **http://www.memoright.de/**
[50] **http://www.mtron.net**
[51] **http://newgskill.web-bi.net/bbs/G_SKILL/**
[52] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410.cat**
[53] **http://newgskill.web-bi.net/bbs/G_SKILL/**
[54] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410.cat**
[55] **http://www.intel.de**
[56] **http://markt.tecchannel.de/search.do?userQuery=1&searchText=intel+x25-e&categoryId=&x=0&y=0**
[57] **http://www.intel.de**
[58] **http://markt.tecchannel.de/search.do?searchText=intel+x25-m**
[59] **http://www.kingston.com/deroot/**
[60] **http://markt.tecchannel.de/search.do?searchText=kingston+ssdnow**
[61] **http://www.kingston.com/deroot/**
[62] **http://markt.tecchannel.de/search.do?searchText=kingston+ssdnow**
[63] **http://www.memoright.de**
[64] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410.cat?showProducts=1&showCompleteFilter=Hersteller**
[65] **http://www.mtron.net**
[66] **http://markt.tecchannel.de/Mtron-SSD-MOBI-PRO-3000-32-GB_p__22365149_c__1231.prd**
[67] **http://www.ocztechnology.com**
[68] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410.cat**
[69] **http://www.patriotmemory.com/**
[70] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410.cat**
[71] **http://www.photofast.tw/eng/index.htm**
[72] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410.cat**
[73] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/ssd/2008/home/home.html**
[74] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410.cat**
[75] **http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/flash/ssd/2008/home/home.html**
[76] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410.cat**
[77] **http://www.transcend.de**
[78] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410_man__Transcend.cat?showProducts=1**
[79] **http://www.transcend.de**
[80] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410_man__Transcend.cat?showProducts=1**
[81] **http://www.transcend.de**
[82] **http://markt.tecchannel.de/2-5-Zoll_c__7410_man__Transcend.cat?showProducts=1**

Bildergalerien im Artikel:

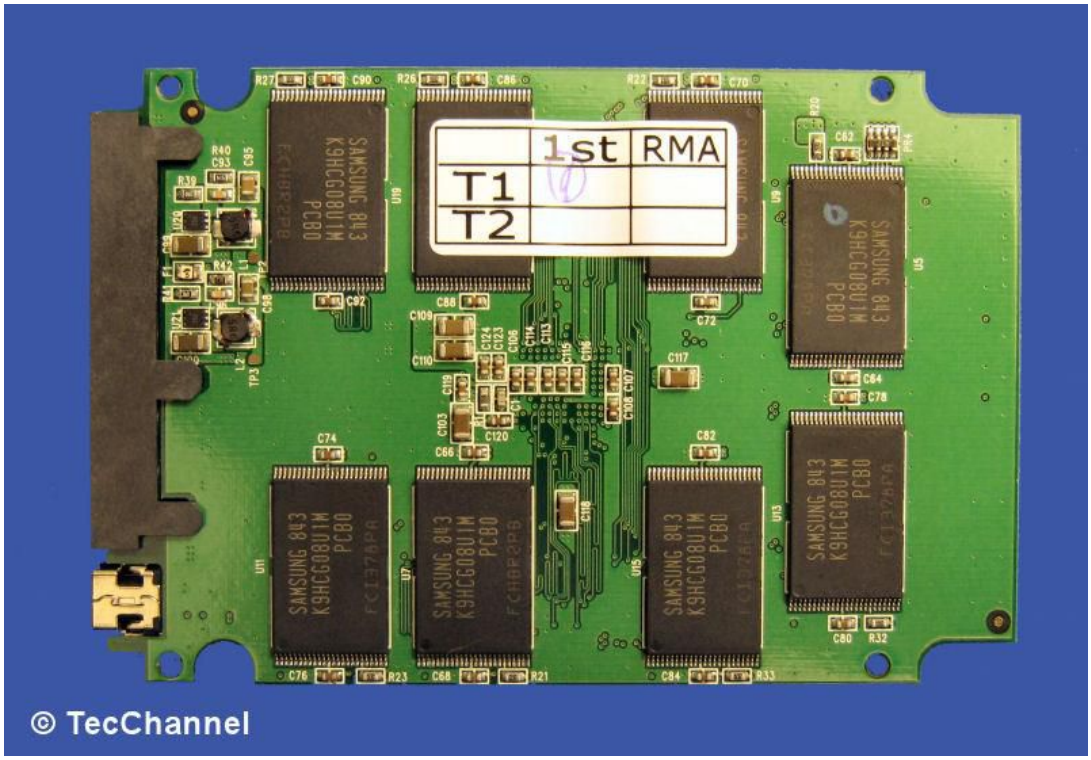
[gal1] **Bildergalerie: Alle Benchmarks der Solid State Disks im Überblick.**[gal2] **Bildergalerie: G.Skill FM-25S2S-128GB.**

Die G.Skill Solid State Disk mit der Modellnummer FM-25S2S-128GB bietet 128 GByte Kapazität.

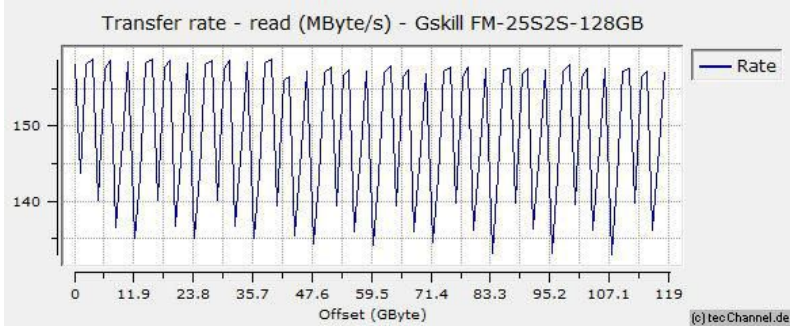
G.Skills SSD bietet neben der SATA-II-Schnittstelle zusätzlich einen USB-Anschluss.



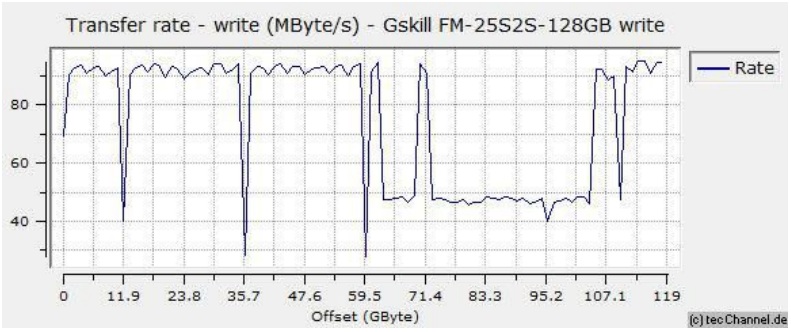
Per Mini-USB (links oben im Bild) lässt sich die G.Skill SDD auch als Wechselmedium einsetzen - allerdings mit erheblichen Performance-Einbußen.



Die 128 GByte Kapazität realisiert G.Skill mit 16 MLC-NANDs vom Typ Samsung K9HCG08U1M-PCB0.



Der Transferverlauf der MLC-NAND-basierenden SSD beim Zonenlesen sieht wild aus, die Schwankungen in der Transferrate halten sich aber in Grenzen. Das Muster entsteht durch das Adressierungsverfahren des 8-Channel-Controllers.



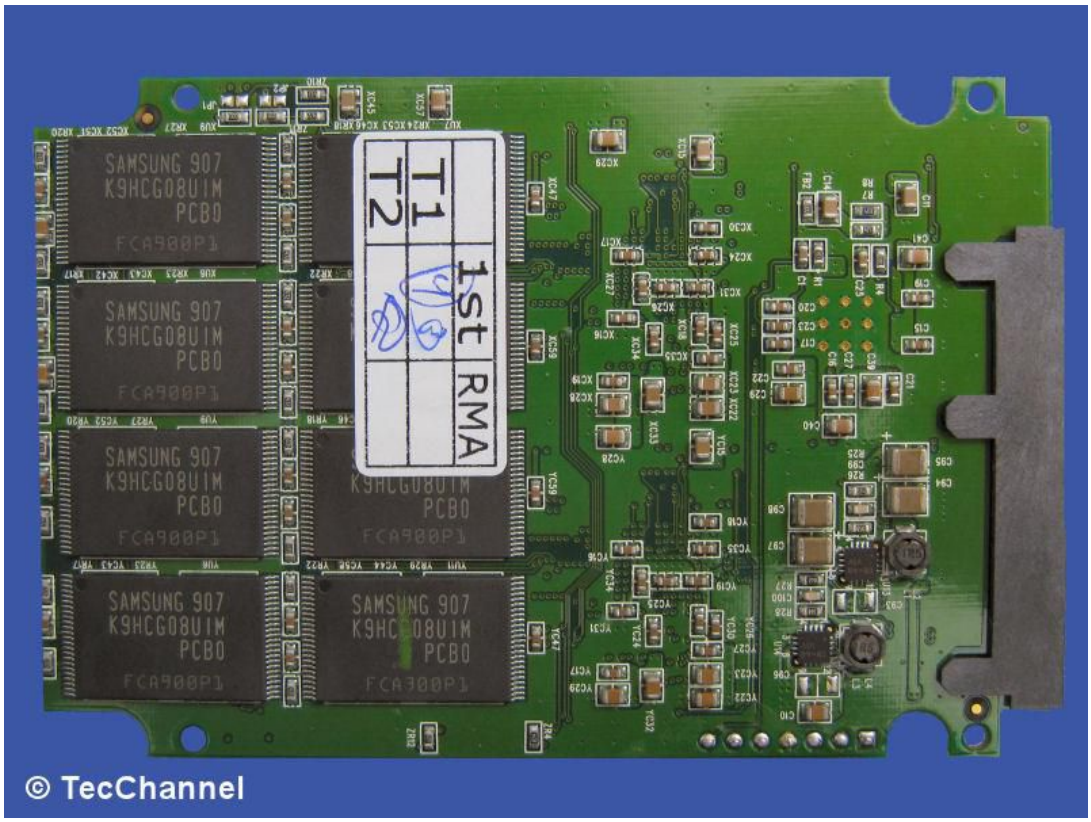
Das MLC-NAND-basierende Flash-Laufwerk zeigt einen starken Einbruch in der Schreibrate, der lange anhält.

gal3 **Bildergalerie: G.Skill Titan FM-25S2S-128GBT1.**

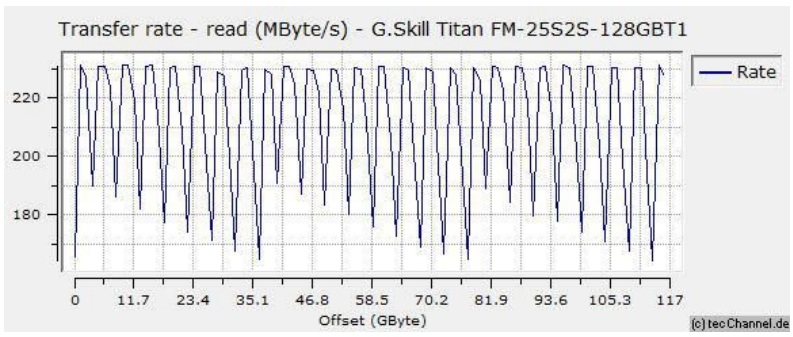
Die G.Skill Titan FM-25S2S-128GBT1 bietet im 2,5-Zoll-Format eine Kapazität von 128 GByte.

Die Titan-SSD verfügt über ein stabiles Metallgehäuse.

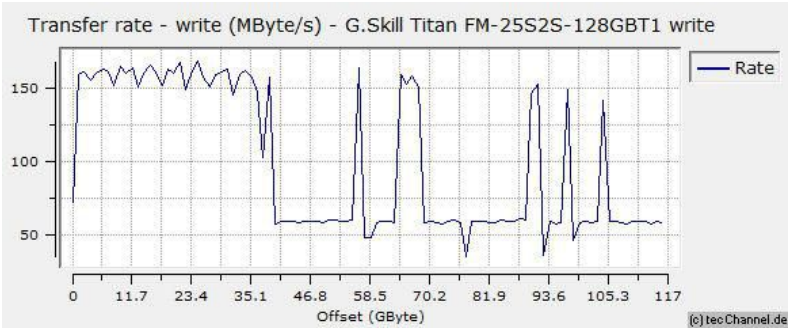
In der Titan verbaut G.Skill zwei JMF602-SSD-Controller. Beide Controller sind an einem RAID-Baustein angekoppelt. Durch die parallel arbeitenden Controller erhöht G.Skill dir Transferraten.



Die 128 GByte Kapazität realisiert G.Skill mit 16 MLC-NANDs von Samsung.



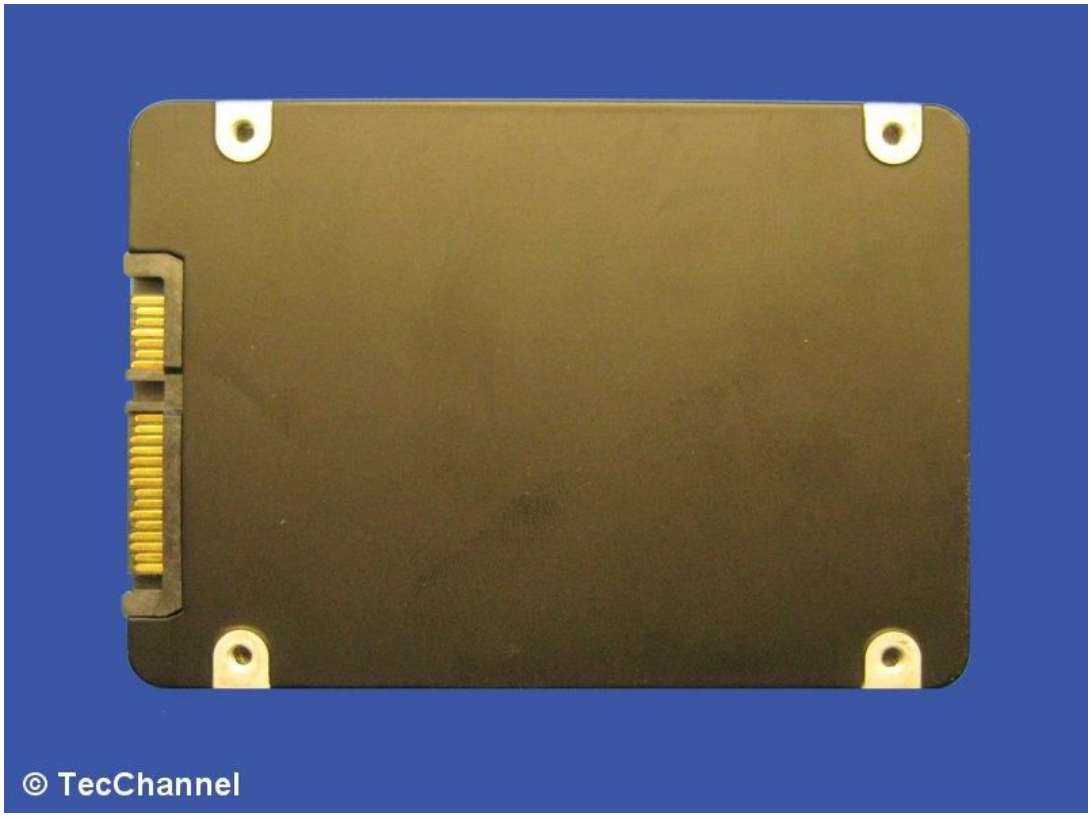
Die zwei parallel arbeitenden JMF602-SSD-Controller ermöglichen hohe sequenzielle Leseraten - mit großen Schwankungen noch unten.



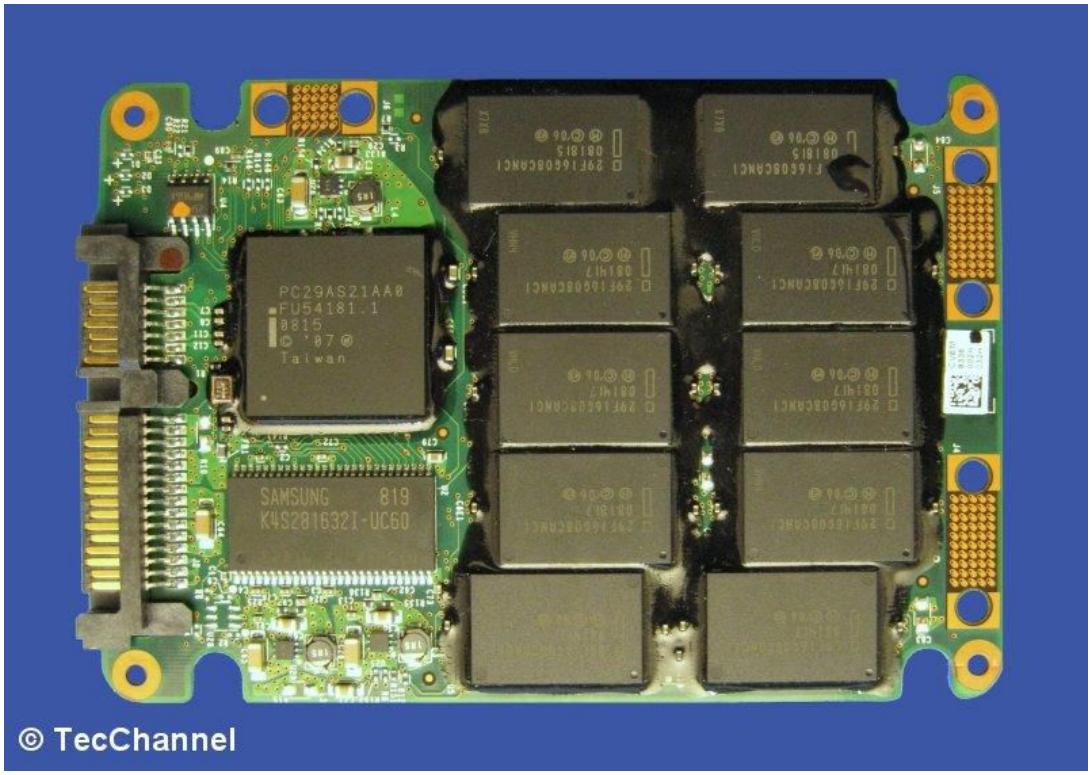
Die zwei im RAID-Verbund arbeitenden JMF602-SSD-Controller realisieren stark schwankende Schreibleistungen. Durchschnittlich erreicht die MLC-NAND-SSD 99 MByte/s.

gal4 **Bildergalerie: Intel X25-E Extreme.**

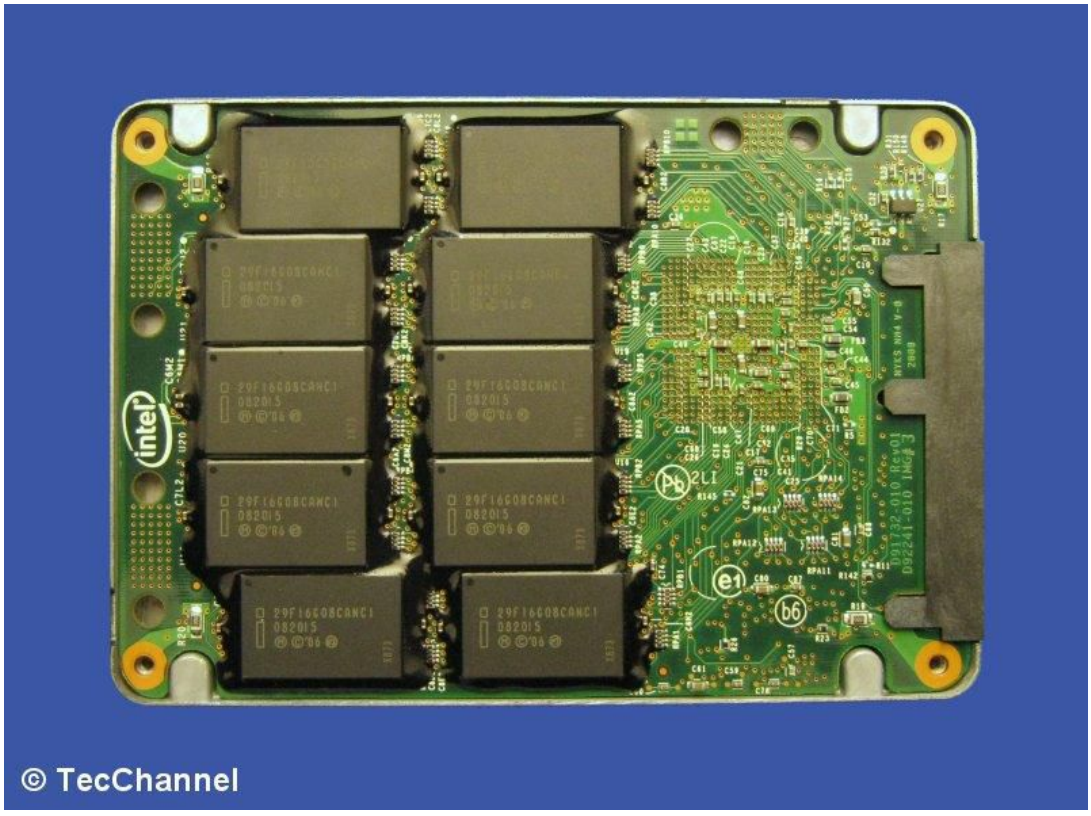
Intel X25-E Extreme mit 32 GByte Kapazität im 2,5-Zoll-Formfaktor.



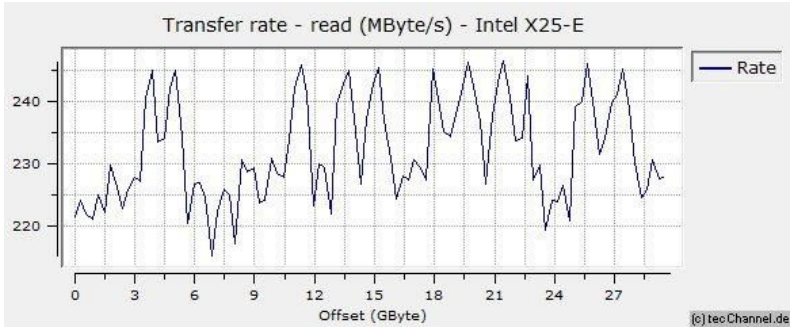
Intels X25-E Extreme verwendet eine SATA-II-Schnittstelle, die eine theoretische Bandbreite von 300 MByte/s ermöglicht.



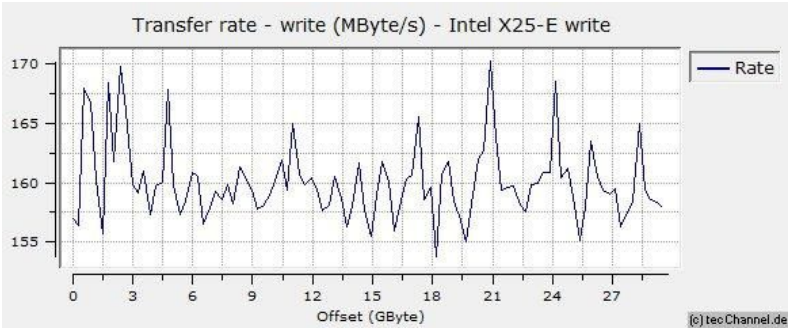
Intel X25-E Extreme setzt auf einen eigenen 10-Channel-Controller. Als Cache dient ein 16-MByte-SDRAM-Baustein von Samsung.



Intels X25-E Extreme realisiert die Kapazität von 32 GByte mit insgesamt 20 SLC-NANDs.

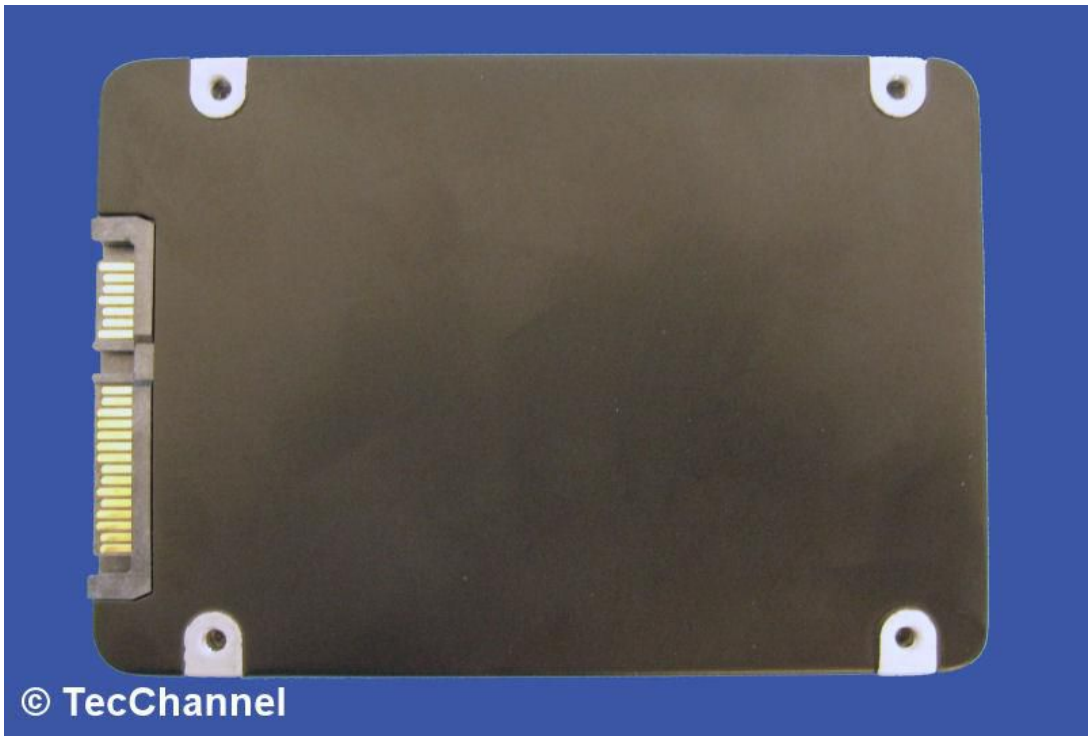


Der Transferverlauf der SLC-NAND-basierenden SSD zeigt beim sequenziellen Lesen Schwankungen um bis zu 32 GByte/s zwischen dem Minimum und Maximum. Gegenüber der Kingston SSDNow E Series besitzt das Intel-Testmodell eine ältere Firmware.

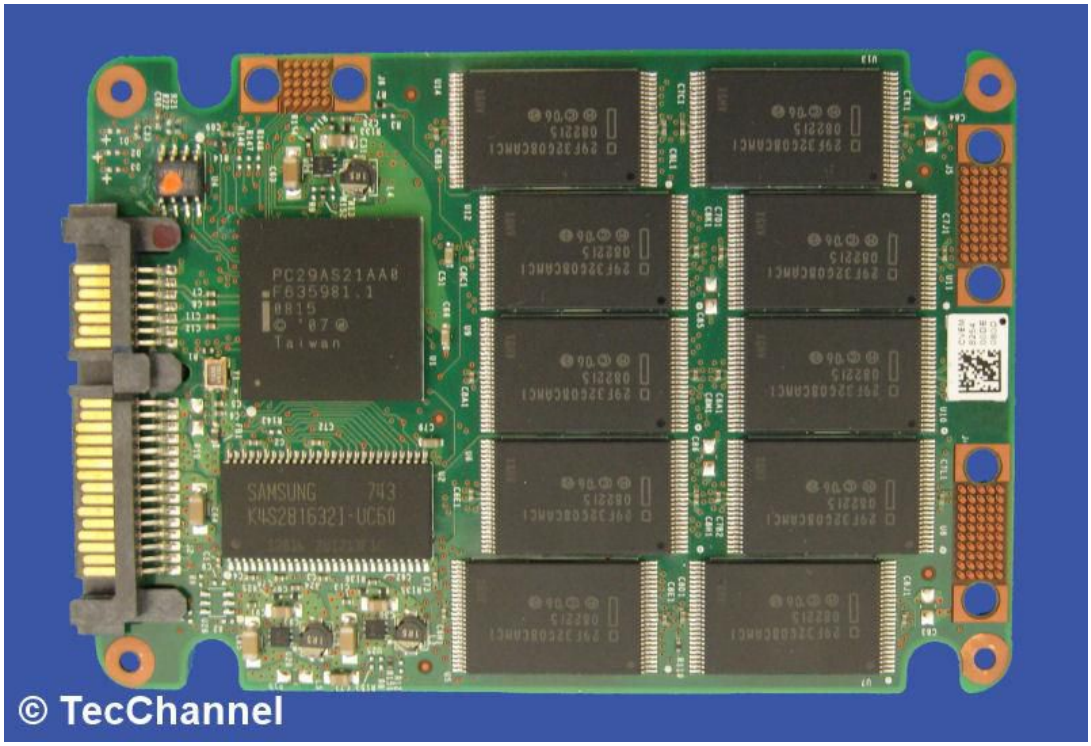


Durchschnittlich liefert die SLC-NAND-basierende SSD eine Schreibrate von 160 MByte/s. Durch die ältere Firmware kann die Intel-SSD mit der Kingston SSDNow E Series nicht mithalten.

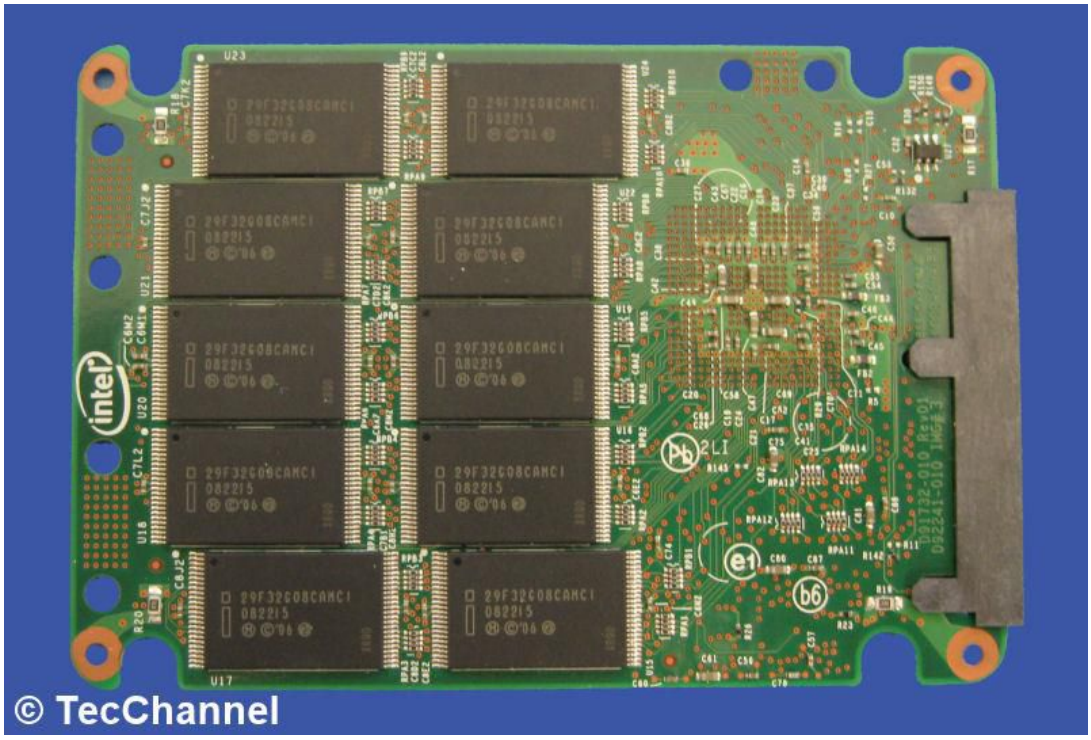
gal5 **Bildergalerie: Intel X25-M Mainstream.**



Intels X25-M verwendet eine SATA-II-Schnittstelle.

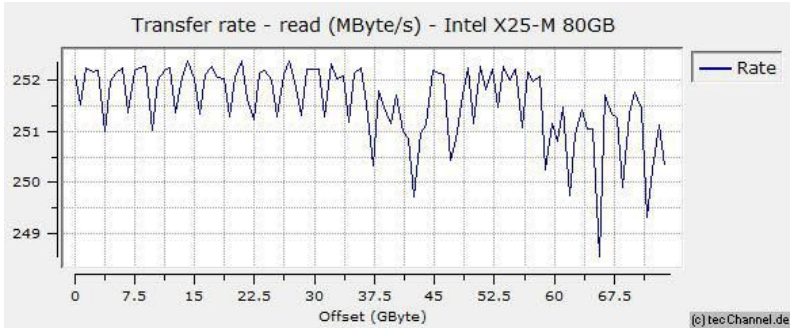


Die Intel X25-M mit MLC-NANDs setzt auf einen eigenen 10-Channel-Controller und verwendet ein Samsung-SDRAM als Cache.

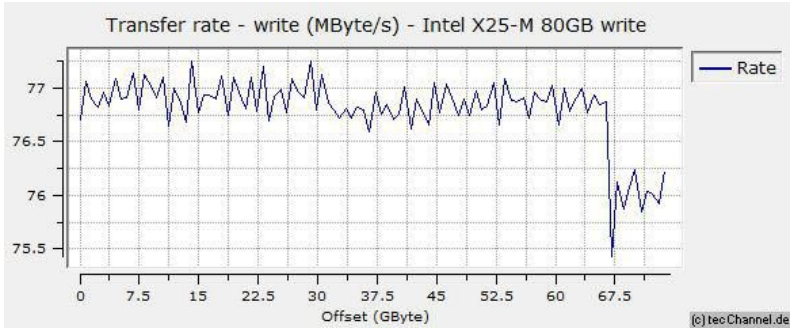


Insgesamt verbaut Intel bei der X25-M mit 80 GByte Kapazitität 20 MLC-NANDs.

Intels X25-M nutzt die typische Bauhöhe von 9,5 mm bei 2,5-Zoll-Laufwerken nicht aus. Rechts im Bild sehen Sie die OCZ Core Series mit 9,5 mm Höhe.



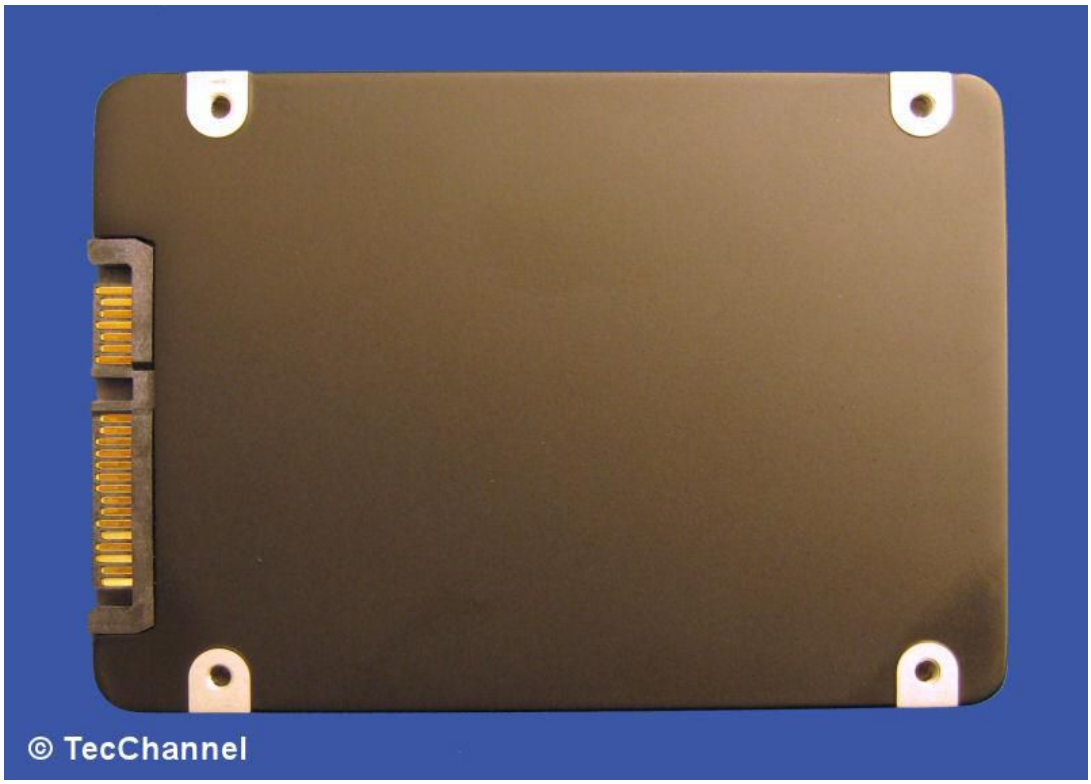
Der Transferverlauf der Intel-SSD beim sequenziellen Lesen schwankt nur minimal über die komplette Kapazität.



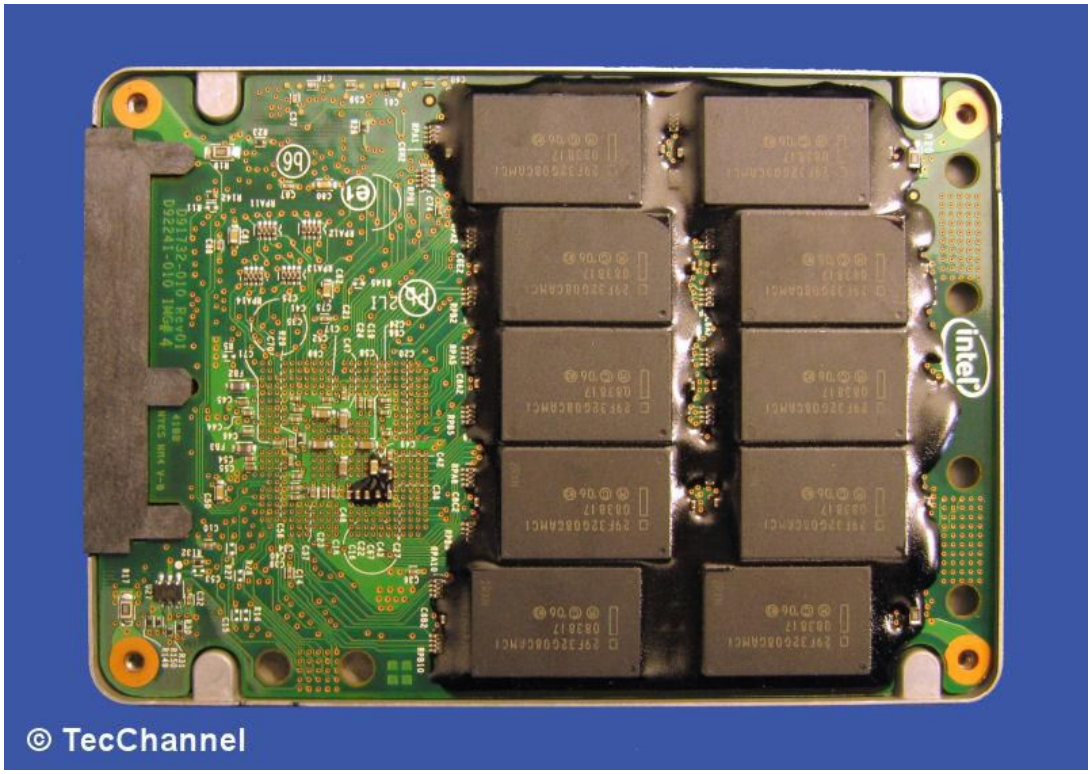
Am Kapazitätsende zeigt die MLC-NAND-basierte SSD beim sequenziellen Schreiben einen minimalen Einbruch.

gal6 **Bildergalerie: Kingston SSDNow E Series.** gal7 **Bildergalerie: Kingston SSDNow M Series.**

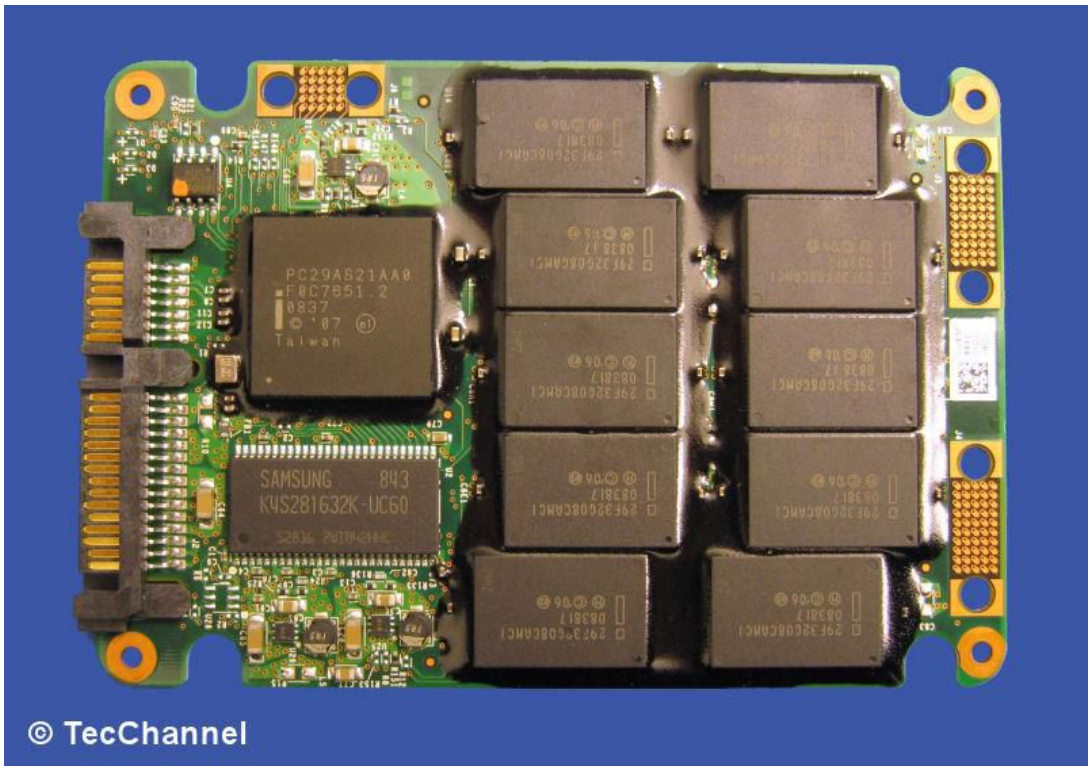
Die Kingston SSDNow M Series bietet 80 GByte Kapazität. Das Flash-Laufwerk basiert zu hundert Prozent auf der Intel X25-M Mainstream.



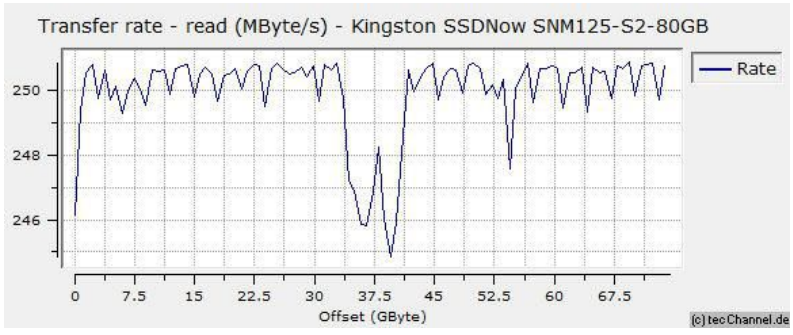
Das 2,5-Zoll-Laufwerk findet Anschluss über eine SATA-II-Schnittstelle.



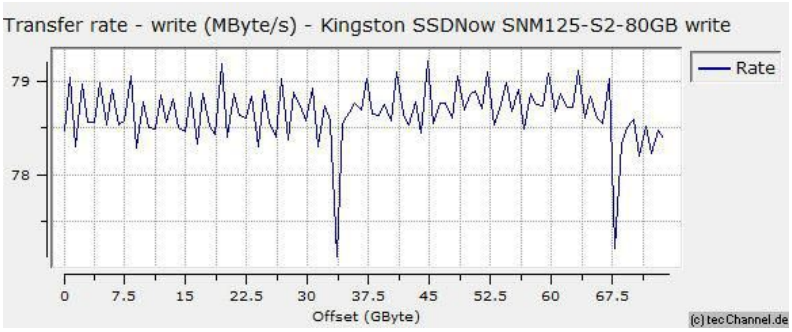
Die Kapazität von 80 GByte wird über insgesamt 20 MLC-NANDs von Intel realisiert.



Dem Intel-SSD-Controller steht ein 16-MByte-Cache zum Puffern von Daten zur Verfügung.



Das MLC-NAND-basierende Flash-Laufwerk erreicht beim Lesen ähnlich hohe Transferraten wie das SLC-NAND-Modell SSDNow E Series.



Die auf der Intel X25-M basierende SSD erreicht mit seinen MLC-NANDs eine sehr konstante Schreibrate über die komplette Kapazität.

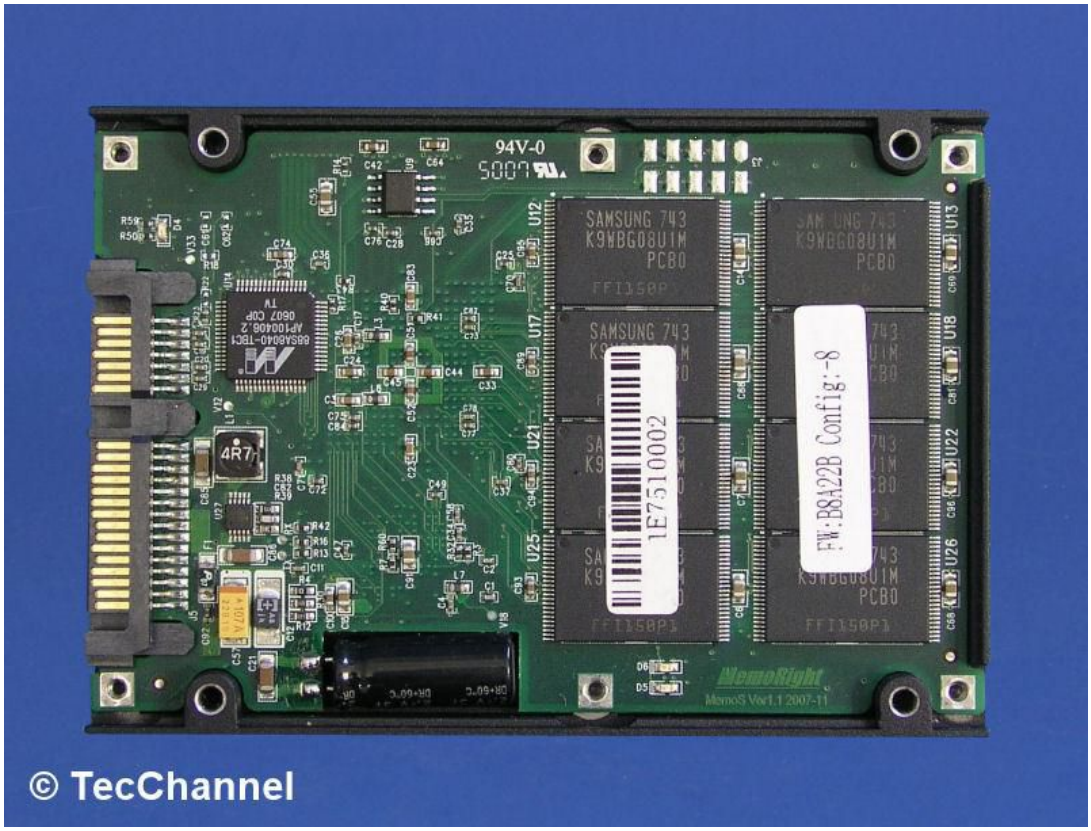
gal8 **Bildergalerie: MemoRight GT Series Flash SSD.**

MemoRight GT Series MR25.2-128S mit 128 GByte Kapazität.

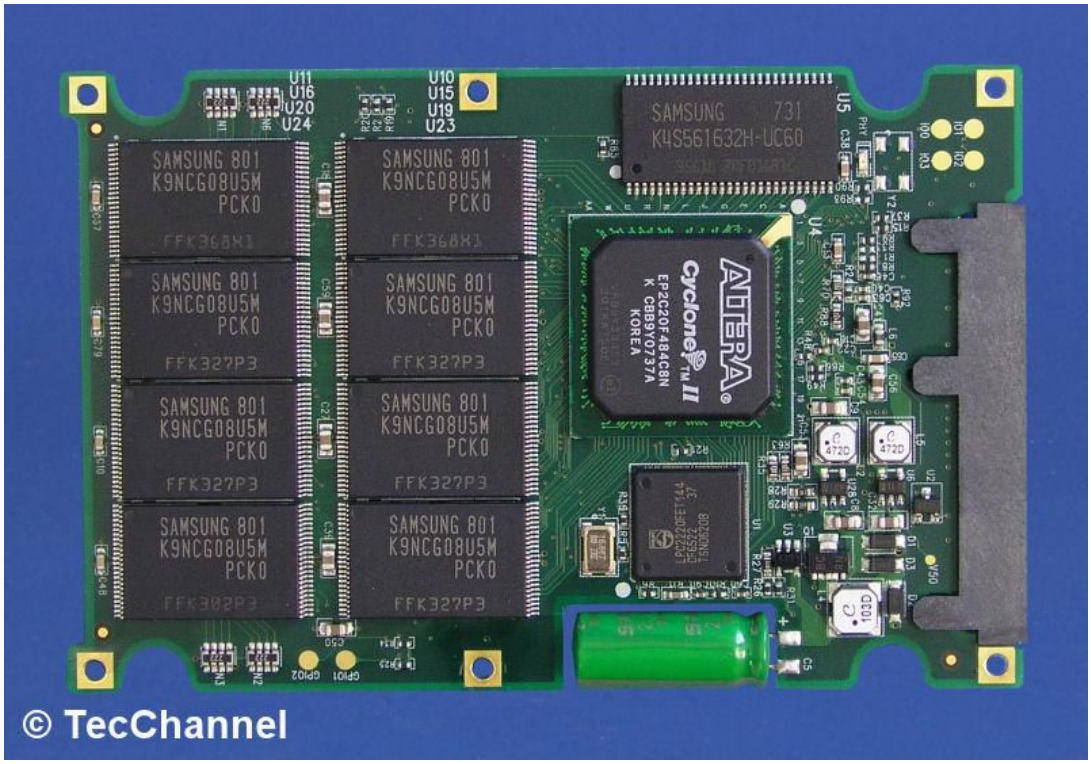
MemoRight GT Series MR25.2-064S mit 64 GByte Kapazität.

Rückseite der MemoRight GT Series MR25.2-128S.

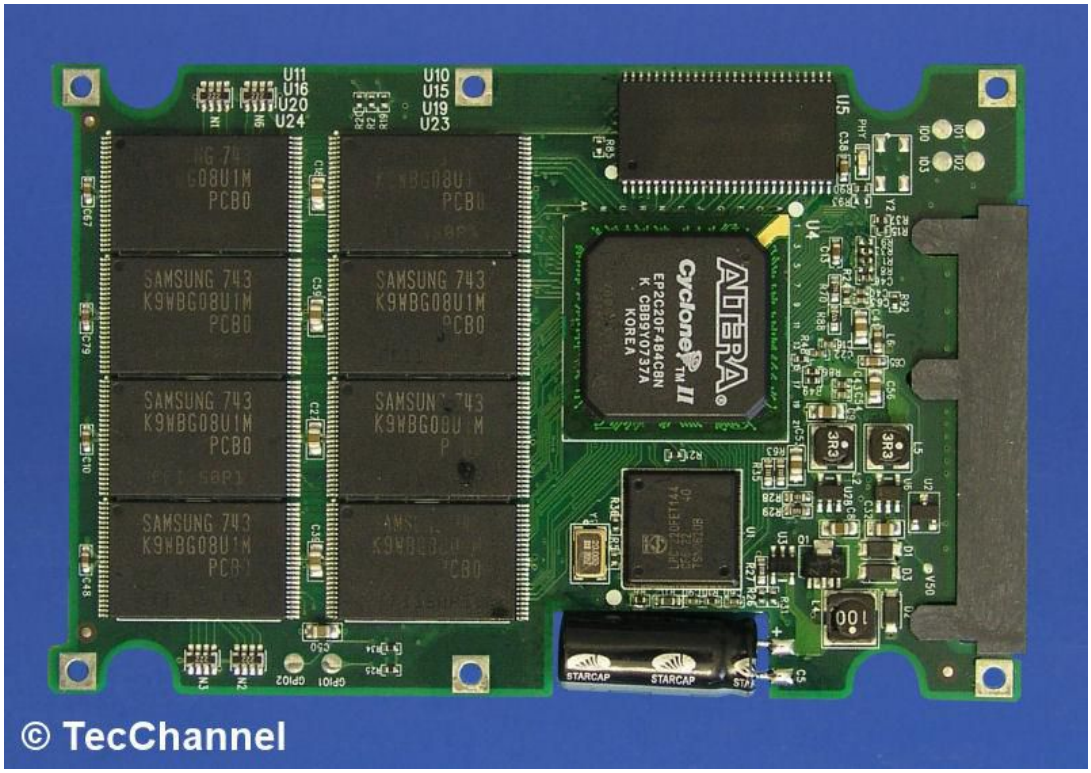
Bei abgenommenen Deckel sieht man die SLC-NANDs Samsung K9NCG08U5M-PCK00 der MemoRight GT Series MR25.2-128S.



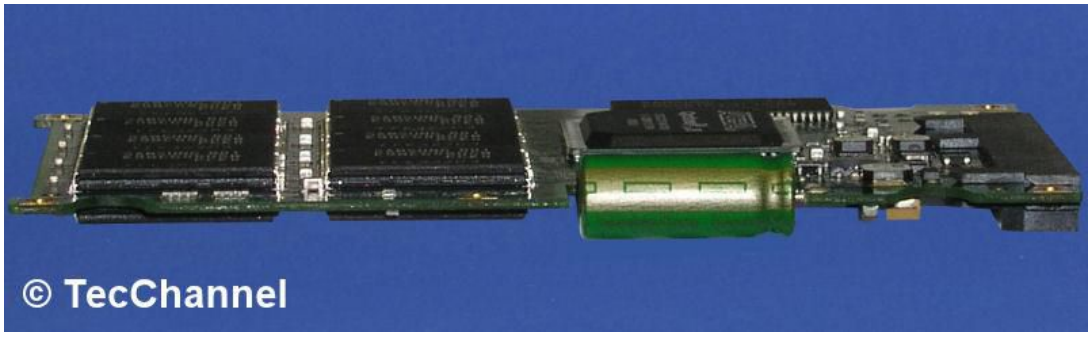
Bei der MemoRight GT Series MR25.2-064S sind schnellere SLC-NANDs vom Typ Samsung K9WBG08U1M-PCB0 verbaut.



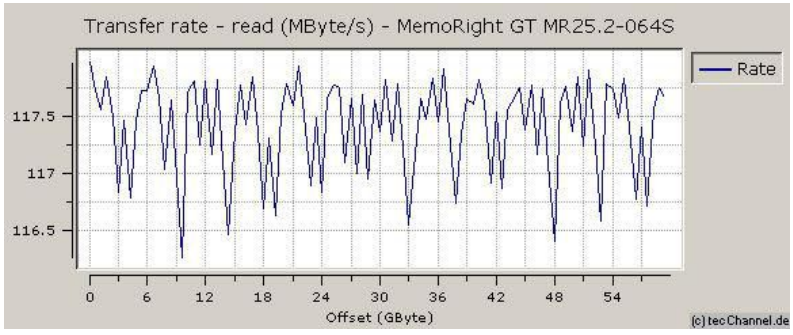
Auf der anderen Seite der Platine der MemoRight GT Series MR25.2-128S sitzt der Controller-FPGA-Baustein Altera Cyclone II.



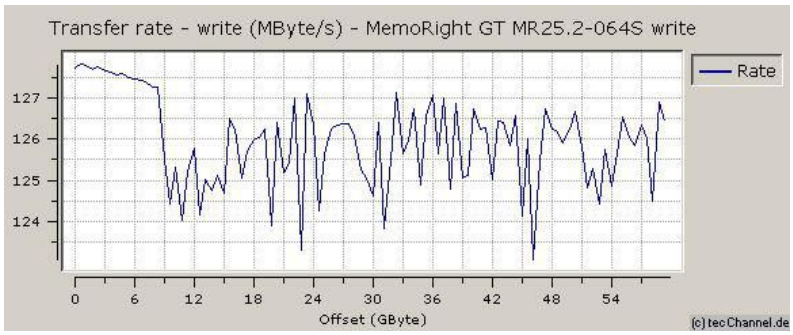
Auch die 64-GByte-Version setzt auf den Altera Cyclone II FPGA-Baustein als Controller. Auf der Vorder- und Rückseite ist die identische NAND-Bestückung.



Die in MemoRights 128-GByte-SSD verwendeten SLC-NANDs von Samsung verwenden die Stacked-Technologie.



Die 64-GByte-SSD liefert über die komplette Kapazität Transferraten zwischen 116 und 118 MByte/s.

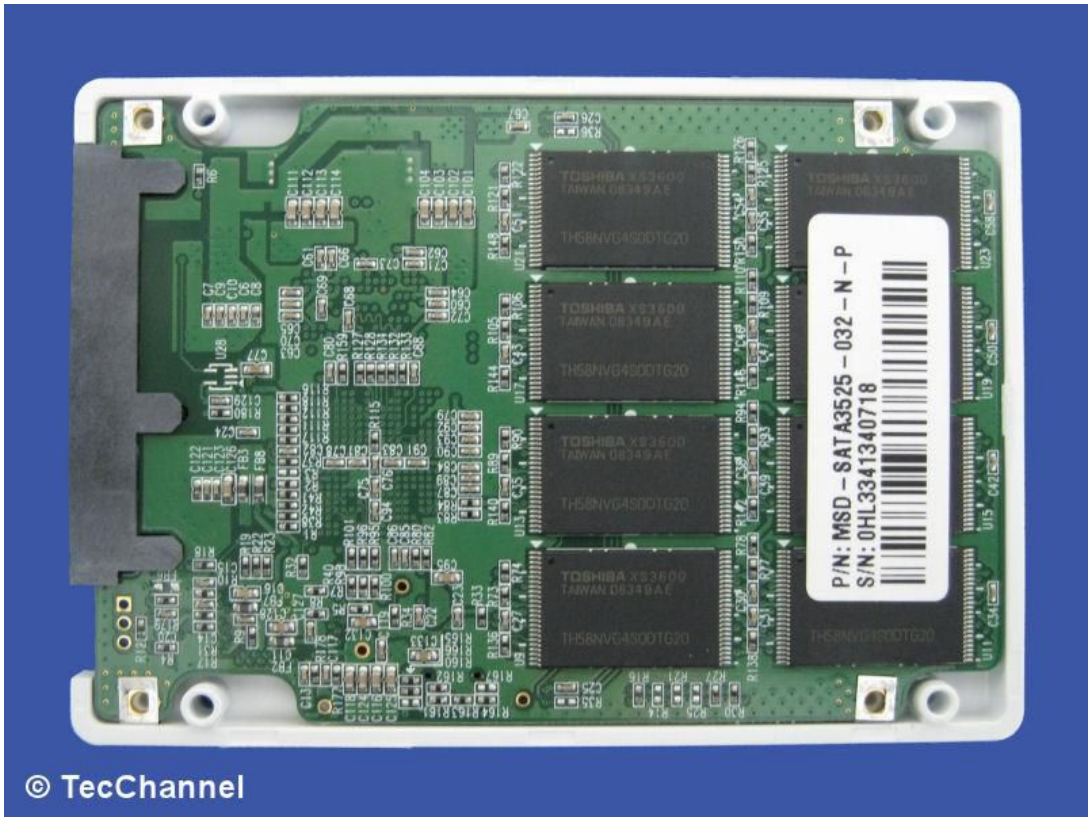


Die Kurve der 64-GByte-SSD sieht beim Zonenschreiben zwar wild aus, doch die Transferrate schwankt nur zwischen 123 und 128 MByte/s.

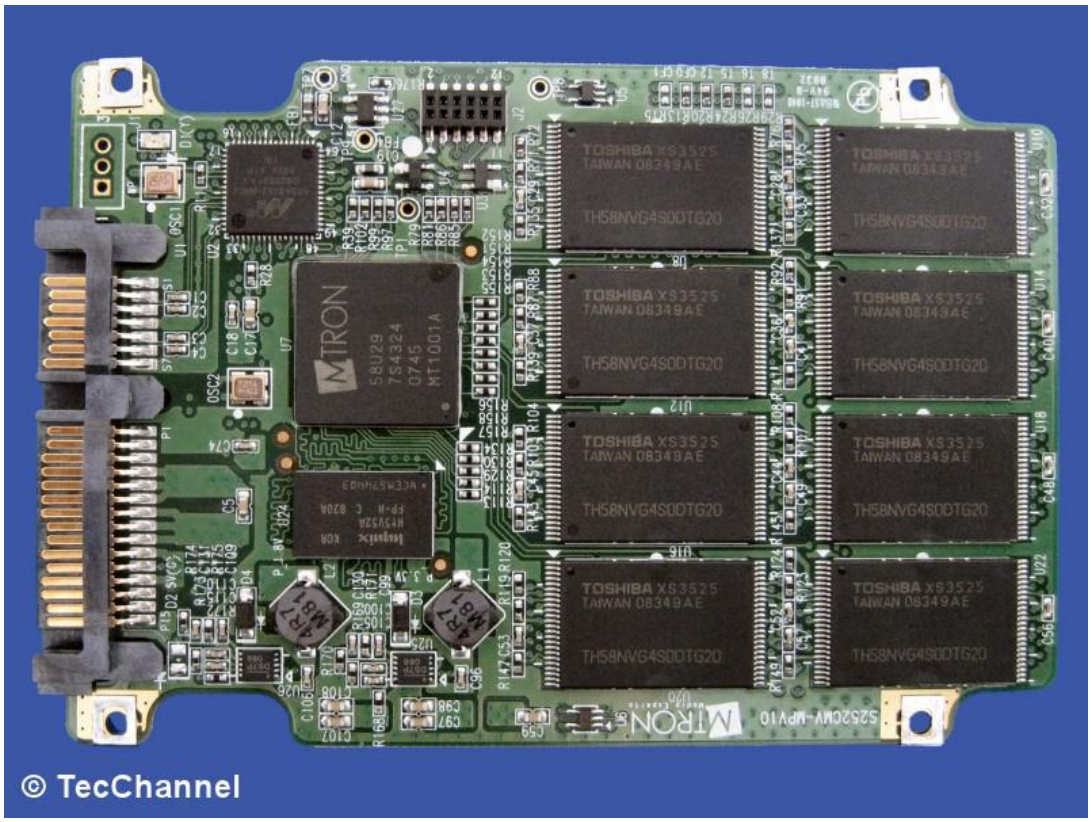
gal9 **Bildergalerie: Mtron MOBI MSD-SATA3525-032.**

Die Mtron MOBI 3500 MSD-SATA3525-032 bietet 32 GByte Kapazität.

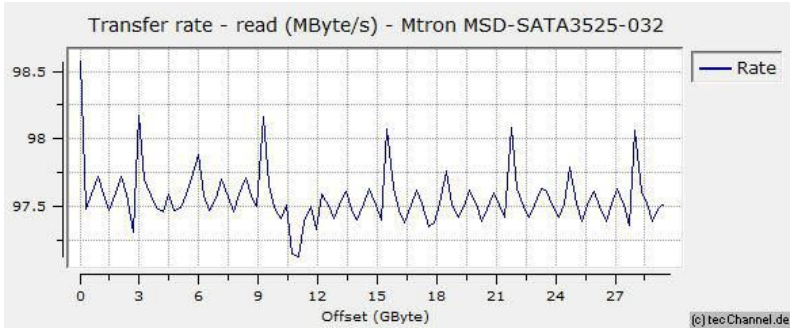
Die in einem weißen Kunstoffgehäuse ausgelieferte MOBI 3500 mit SATA-Schnittstelle wiegt nur 63 Gramm.



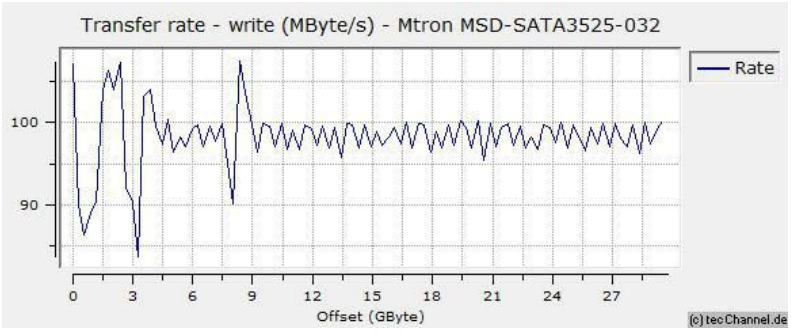
Mtron realisiert die 32 GByte Kapazität mit 16 SLC-NANDs vom Typ Toshiba TH58NVG4S0DTG20.



Die Ansteuerung der SLC-NANDs übernimmt der von Mtron selbst entwickelte SSD-Controller. Ihm steht ein 32 MByte großer SDRAM-Puffer zur Seite. Links oben sehen Sie den Marvell-Chip, der das PATA-Protokoll des Controllers auf SATA umsetzt.



Der SSD-Controller steuert die SLC-NANDs nur mit vier Channels an - die Transferrate beim sequenziellen Lesen bleibt deshalb relativ niedrig.

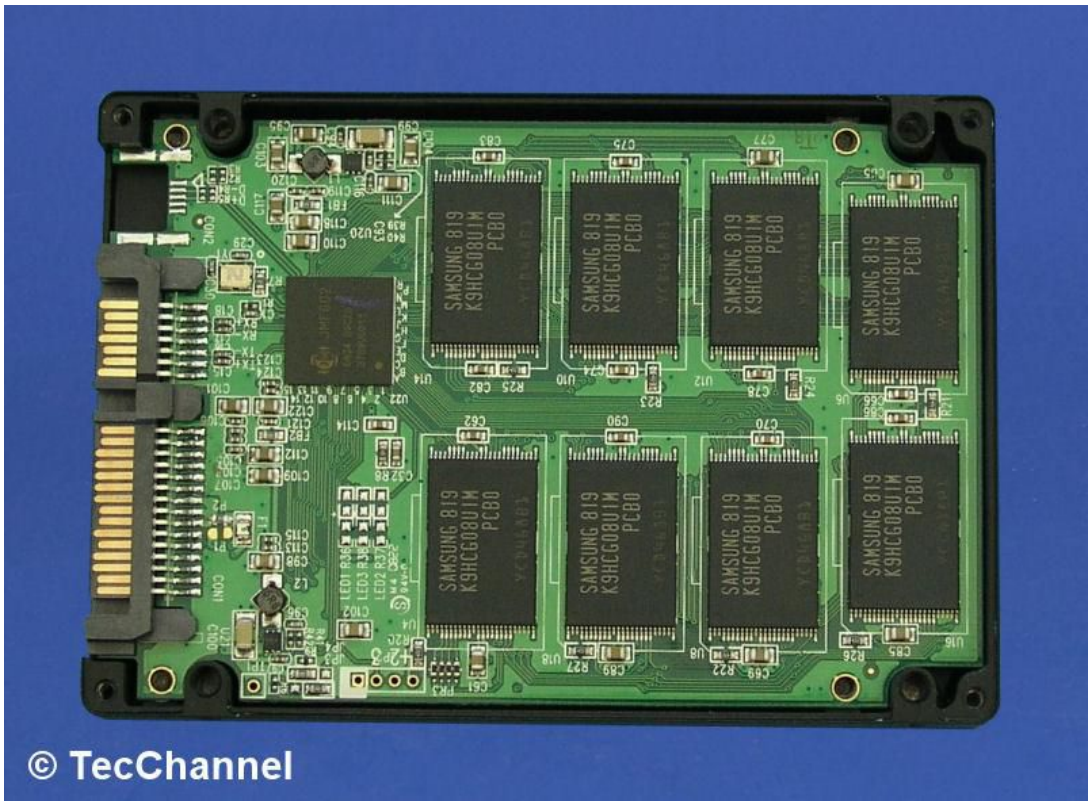


Dank SLC-NANDs liegt die Transferrate beim Schreiben auf dem Leseniveau.

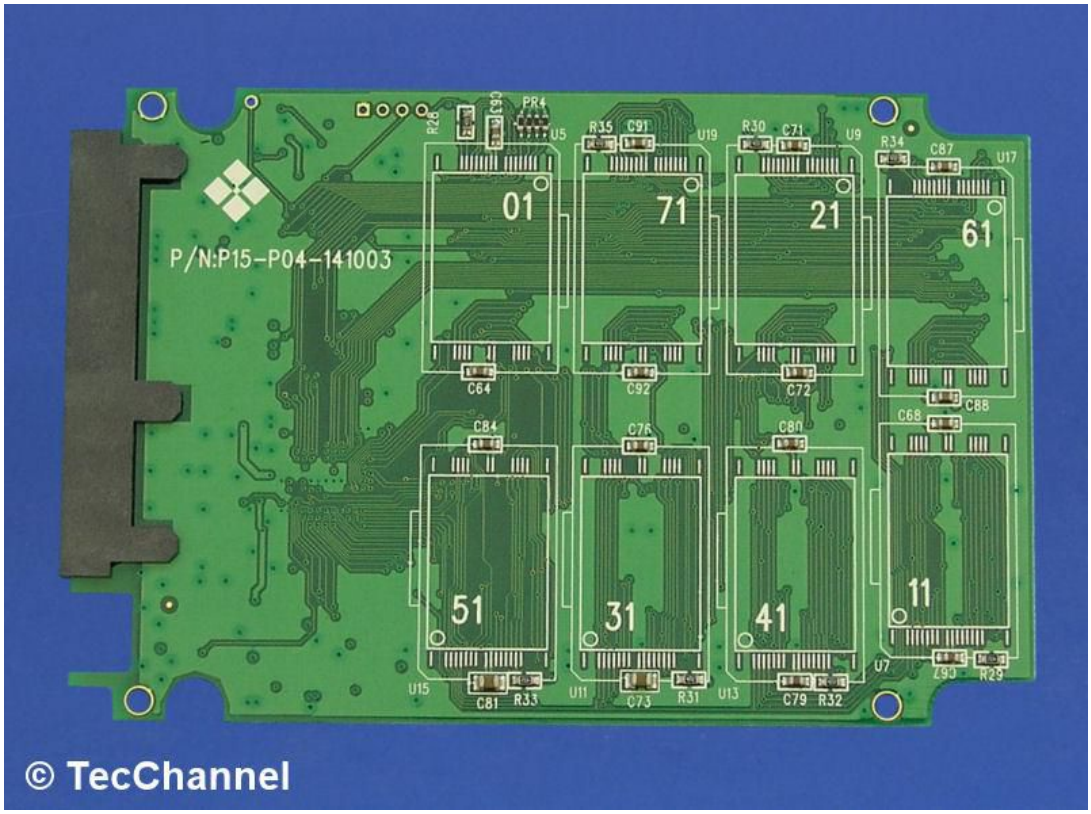
gal10 **Bildergalerie: OCZ Core Series.**

OCZ Core Series OCZSSD2-1C64G mit 64 GByte Kapazität.

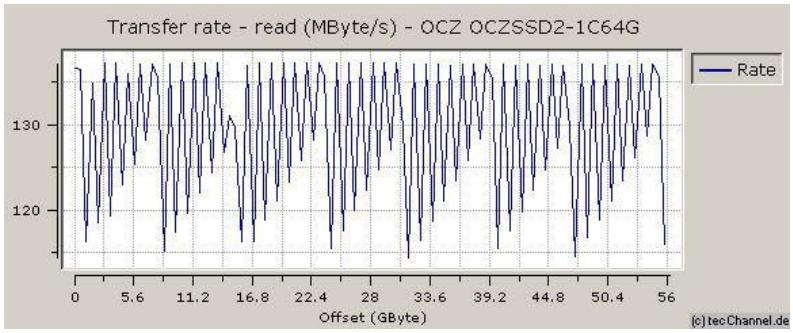
OCZ Core Series OCZSSD2-1C64G mit Serial-ATA-II-Schnittstelle.



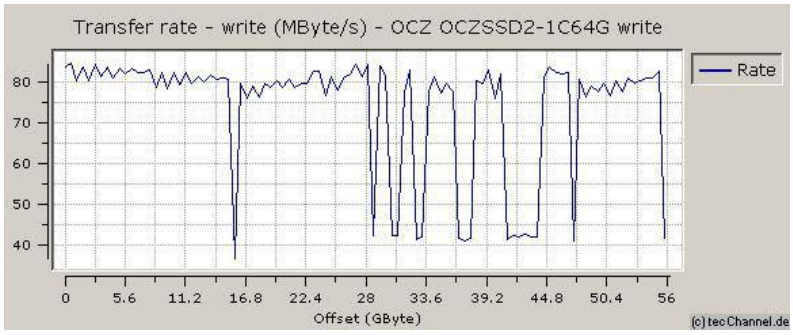
OCZ Core Series OCZSSD2-1C64G mit MLC-NANDs von Samsung. Links auf der Platine ist der SSD-Controller JMicron JMF602 angebracht. Neben SATA II kann der Controller aus USB ausgeben. Links oben ist bereits eine Vorbereitung für einen Mini-USB-Anschluss angebracht.



Die Rückseite der 64-GByte-Variante der OCZ Core Series ist unbestückt.



Die Schwankungen bei der Transferrate sind zwar groß, die Leserate liegt aber immer auf einem hohen Niveau.

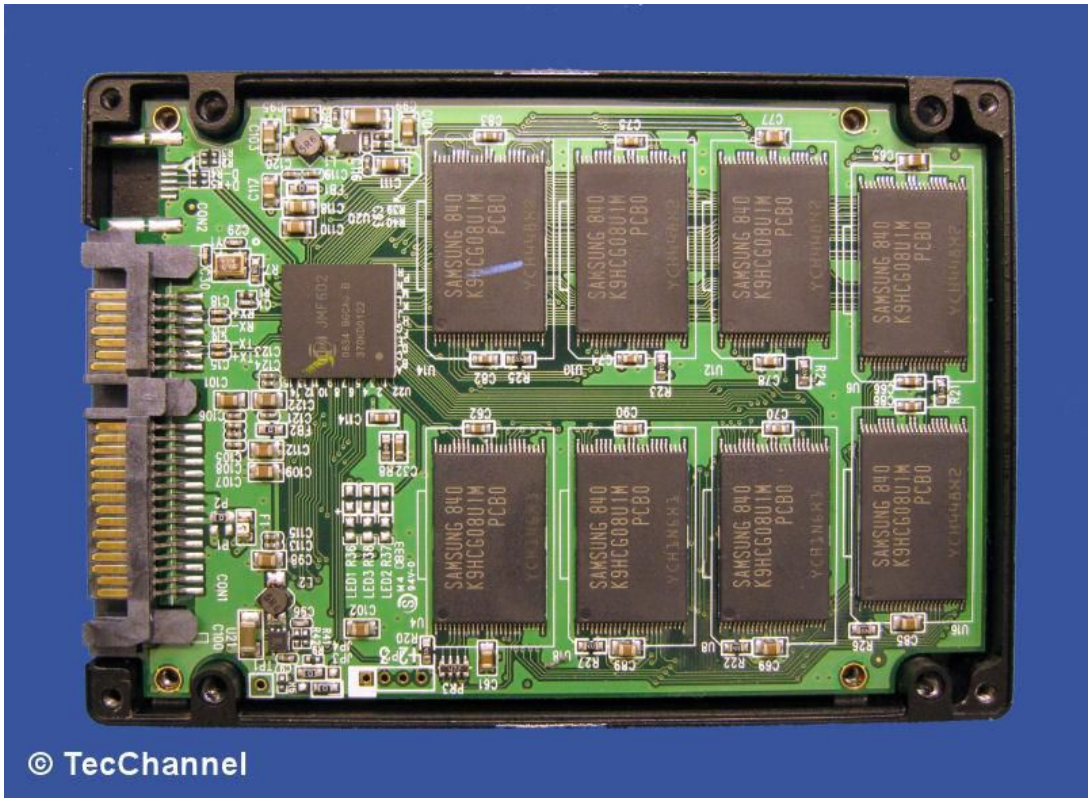


Die Transferrate bricht beim Zonenschreiben immer wieder stark ein.

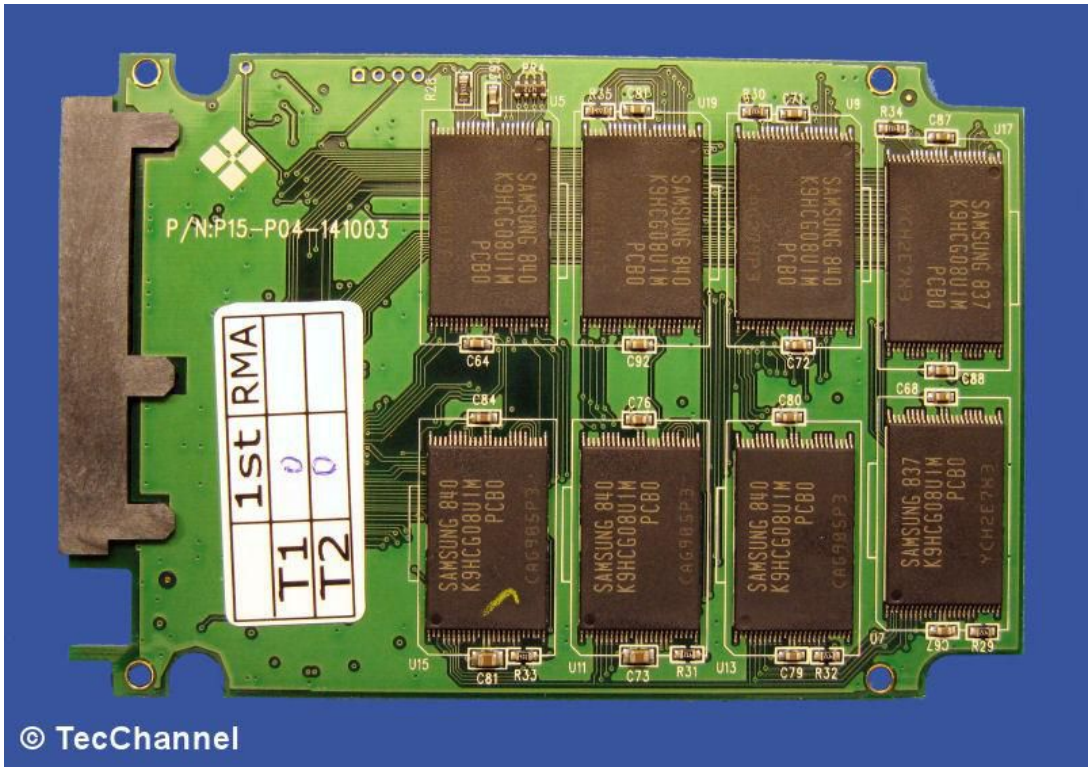
gal11 **Bildergalerie: Patriot Memory Warp SSD v2.**

Die Patriot Warp SSD v2 mit der Modellnummer PE128GS25SSDR bietet 128 GByte Kapazität.

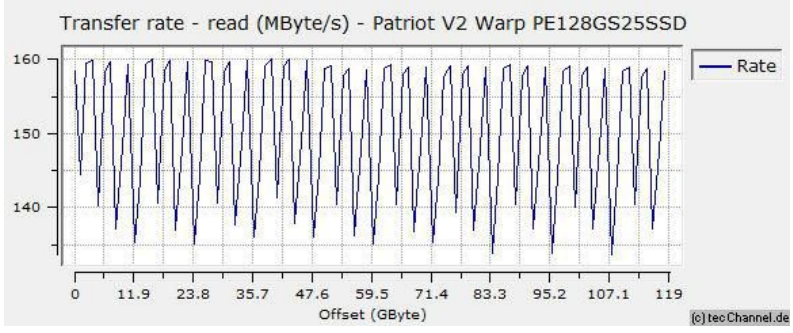
Patriots Warp SSD v2 wird in einem 2,5-Zoll-Gehäuse aus Metall ausgeliefert.



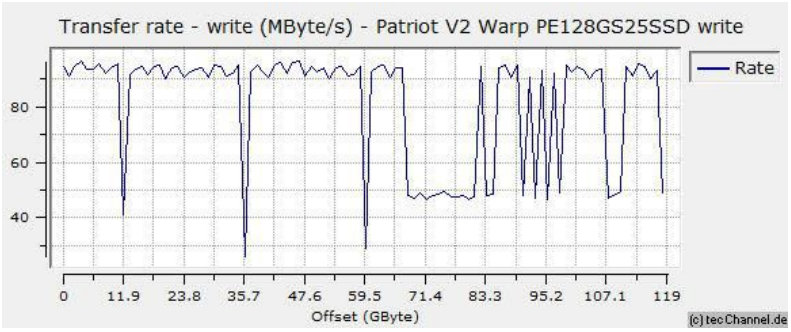
Patriot setzt auf den JMicron JMF602 als Controller. Der Chip steuert MLC-NANDs von Samsung an. Einen Cache besitzt die Warp SSD v2 nicht.



Insgesamt 16 Samsung-ICs vom Typ K9HCG08U1M-PCB0 ergeben die Gesamtkapazität von 128 GByte.



Das Flash-Laufwerk mit MLC-NANDs erreicht durchschnittlich 150 MByte/s beim sequenziellen Lesen. Die Schwankungen in der Kurve sehen zwar wild aus, halten sich aber in Grenzen.

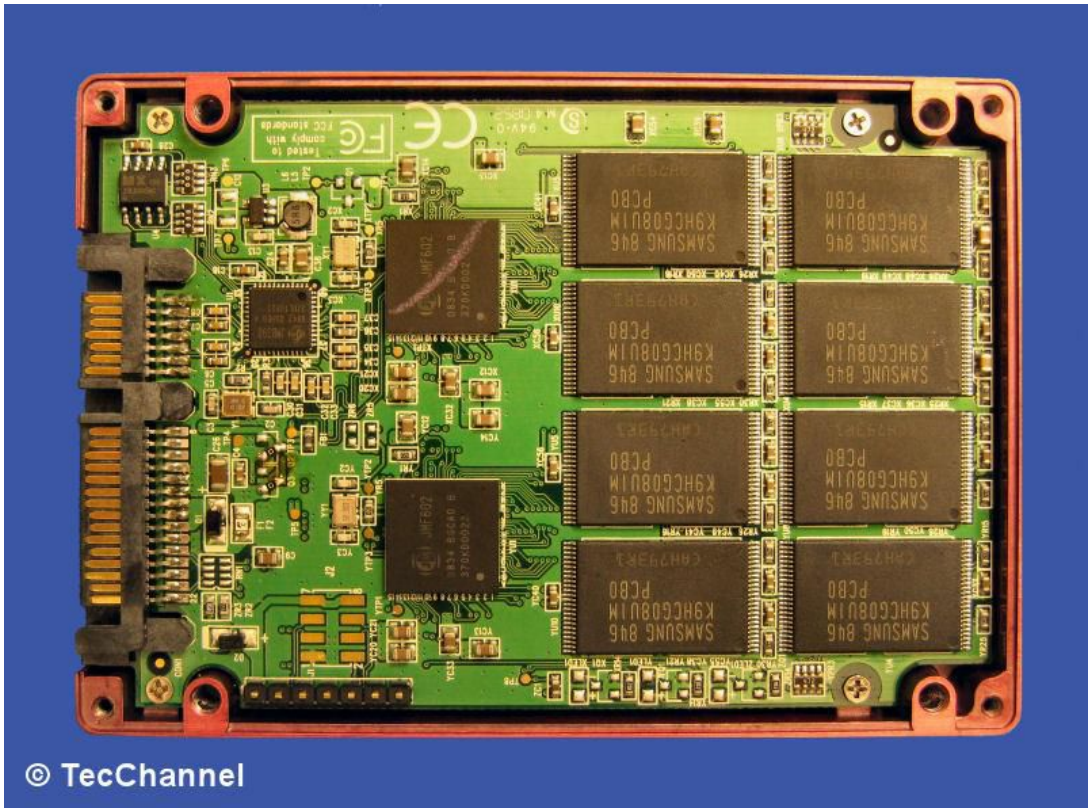


Die MLC-NAND-basierende SSD zeigt desöfteren starke Einbrüche beim sequenziellen Schreiben.

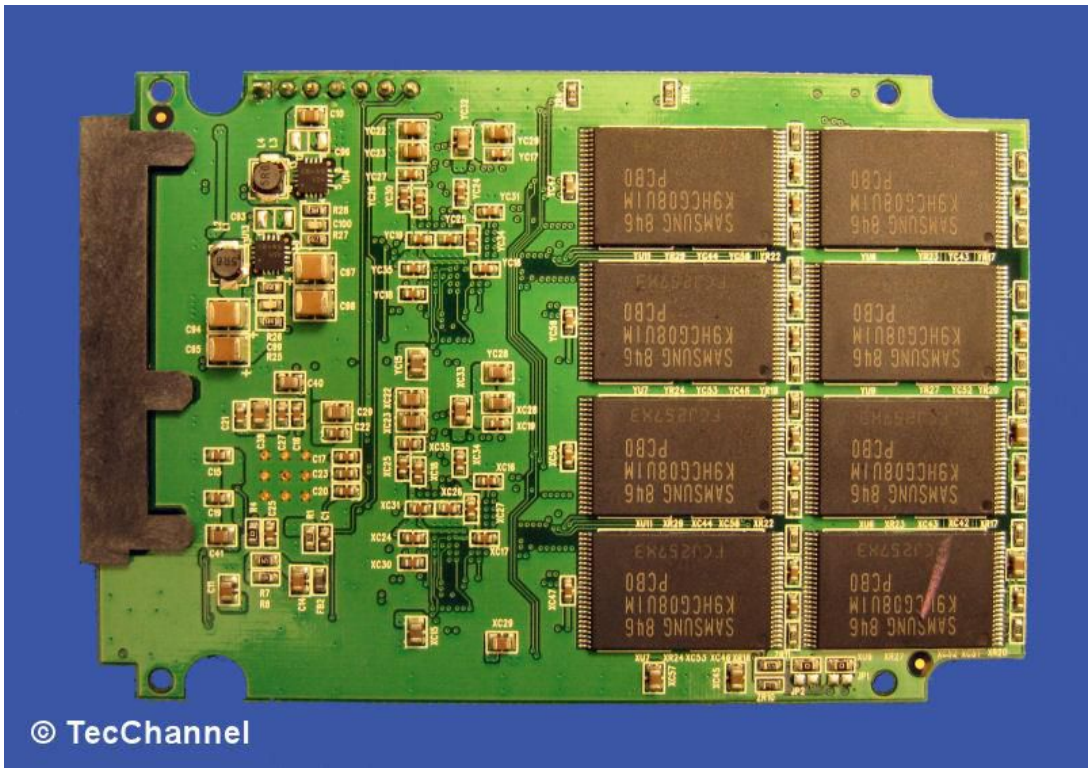
gal12 **Bildergalerie: PhotoFast G-Monster-V2.**

Die PhotoFast G-Monster-V2 wartet mit 128 GByte Kapazität auf.

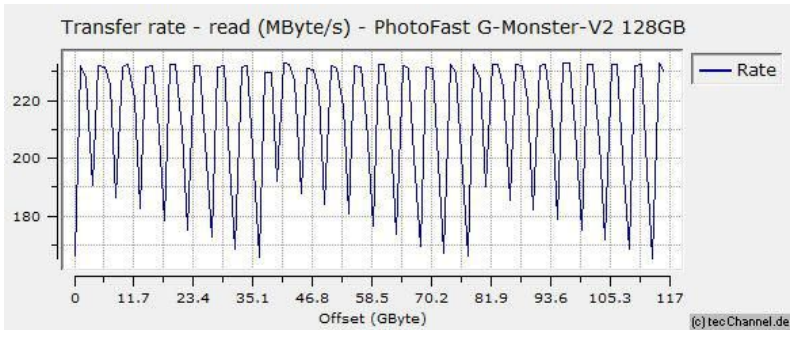
Wie an der Modellbezeichnung zu erkennen ist, verwendet die G-Monster-V2 MLC-NAND-Flash-Bausteine.



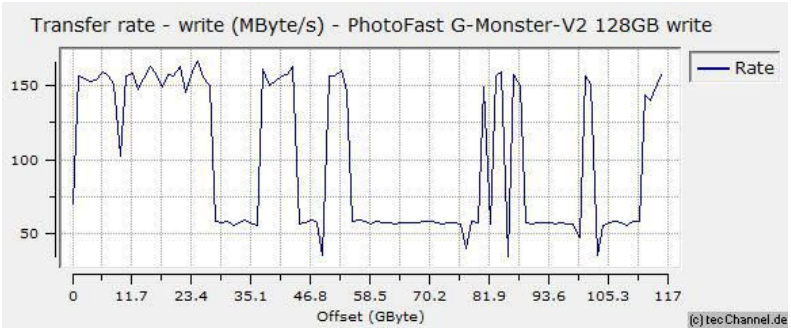
Die G-Monster-V2 steuert die MLC-NANDs über zwei JMF602-SSD-Controller an. Beide Controller sind an einem RAID-Bausstein angekoppelt.



PhotoFast verwendet wie die meisten SSDs Flash-Bausteine von Samsung.



Durch das RAID-Verfahren mit zwei JMF602-Controller erreicht die MLC-NAND-SSD sehr hohe Transferraten. Allerdings schwankt der Durchsatz um bis zu 66 MByte/s.

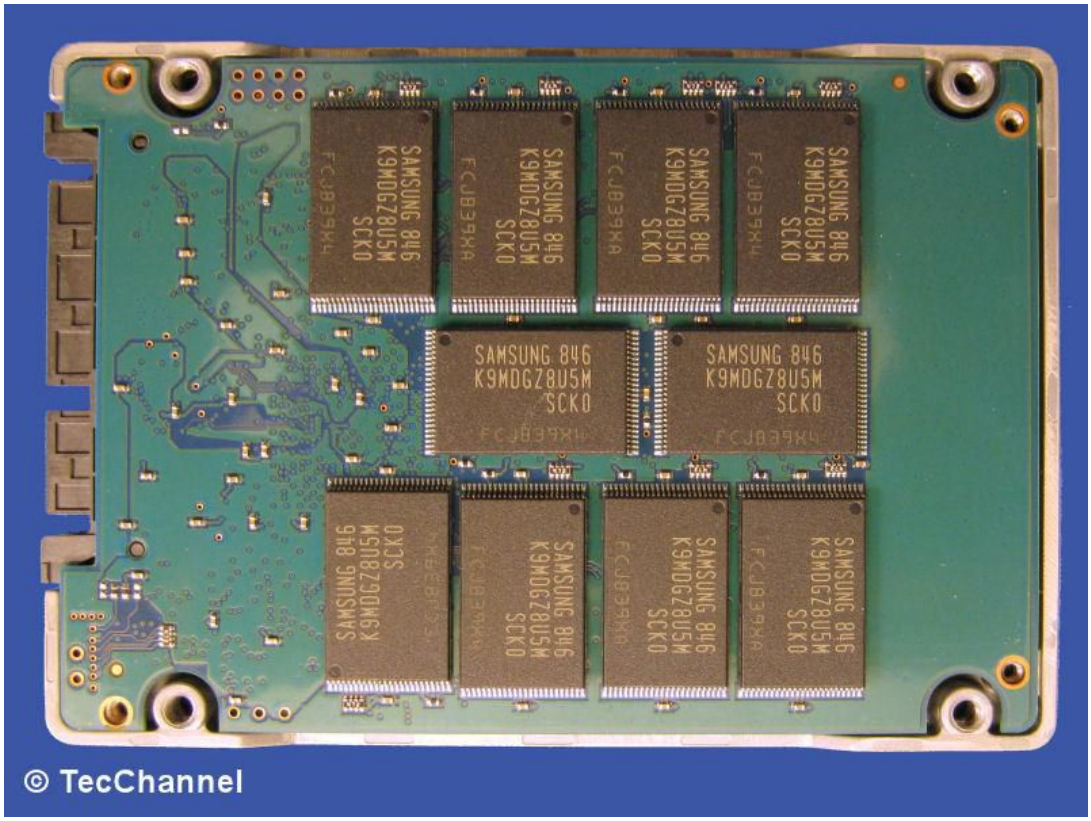


Das RAID-Verfahren mit zwei JMF602-SSD-Controllernn ermöglicht beim Schreiben nur teilweise sehr hohe Transferraten. Durchschnittlich erreicht die MLC-NAND-basierende Flash-Disk 98 MByte/s.

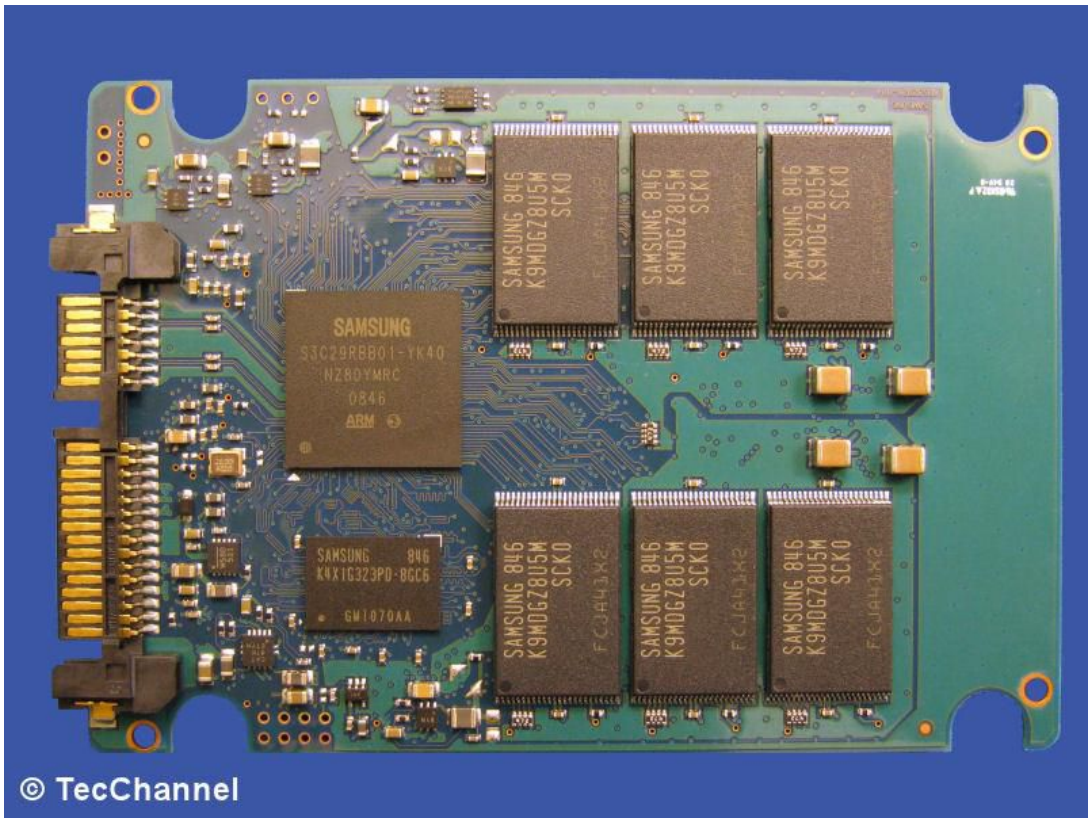
gal13 **Bildergalerie: Samsung 256GB MLC SSD.**

Samsungs neue 256GB MLC SSD bietet 256 GByte Kapazität im 2,5-Zoll-Format.

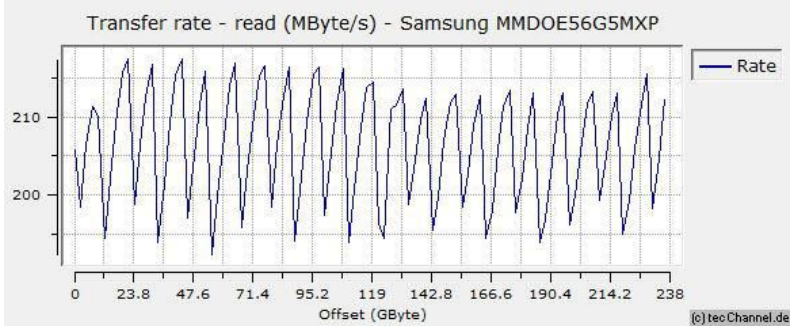
Die Samsung 256GB MLC SSD wird in einem schicken Aluminiumgehäuse ausgliefert.



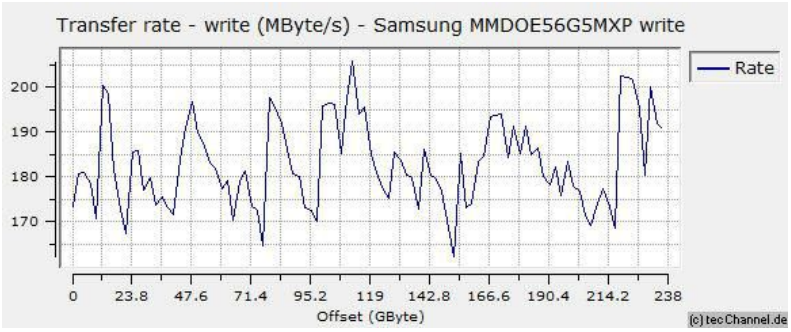
Samsung realisiert die 256 GByte Kapazität über insgesamt 16 MLC-NAND-Chips aus eigener Produktion.



Die Ansteuerung der Flash-ICs übernimmt der von Samsung selbst entwickelte ARM-basierende SSD-Controller. Zum Datenpuffern steht ein zusätzlicher 128-MByte-SDRAM-Baustein zur Verfügung.



Durchschnittlich erreicht die MLC-NAND-basierende SSD eine Leserate von 206 MByte/s.

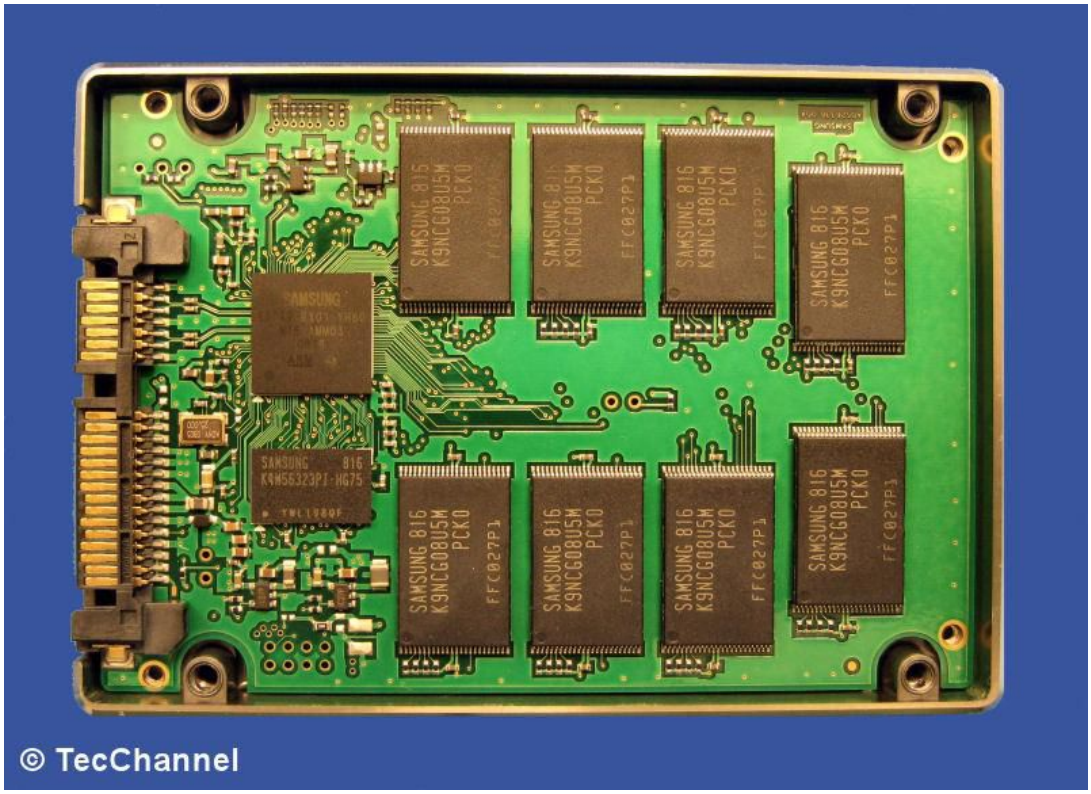


Die Solid State Disk erreicht für MLC-NANDs eine sehr hohe mittlere Schreibrate von 183 MByte/s. Damit übertrumpft die Samsung-SSD viele SLC-NAND-basierende Produkte.

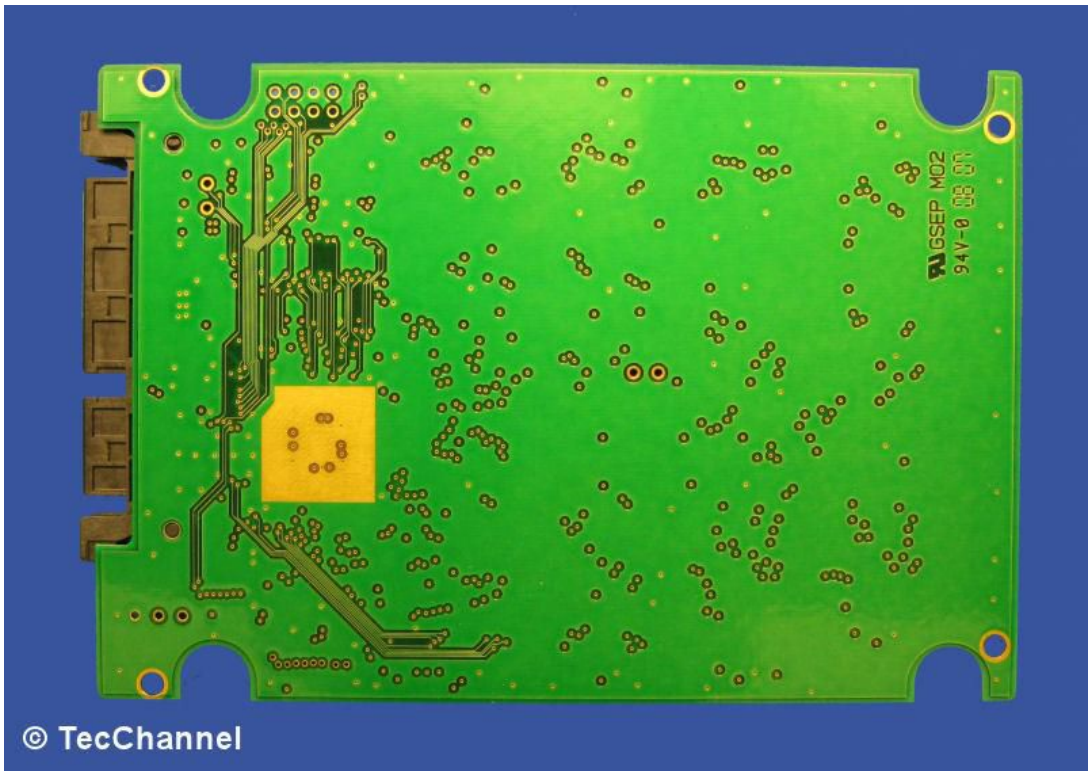
gal14 **Bildergalerie: Samsung SSD SATA-2 SLC.**

Die Samsung SSD SATA-2 SLC mit der Modellnummer MCCOE64G5MPP-0VA bietet 64 GByte Kapazität.

Ein solides Metallgehäuse schützt die Samsung SSD SATA-2 vor äußeren Einwirkungen.



Samsung setzt bei der SSD SATA-2 einen Controller aus eigenem Haus ein. Dem ARM-basierende Flash-Controller steht ein 32 MByte großer Puffer zur Verfügung. Insgesamt 16 SLC-NAND-Flash-ICs vom Typ Samsung K9NCG08U5M-PCK0 bieten 64 GByte Kapazität.

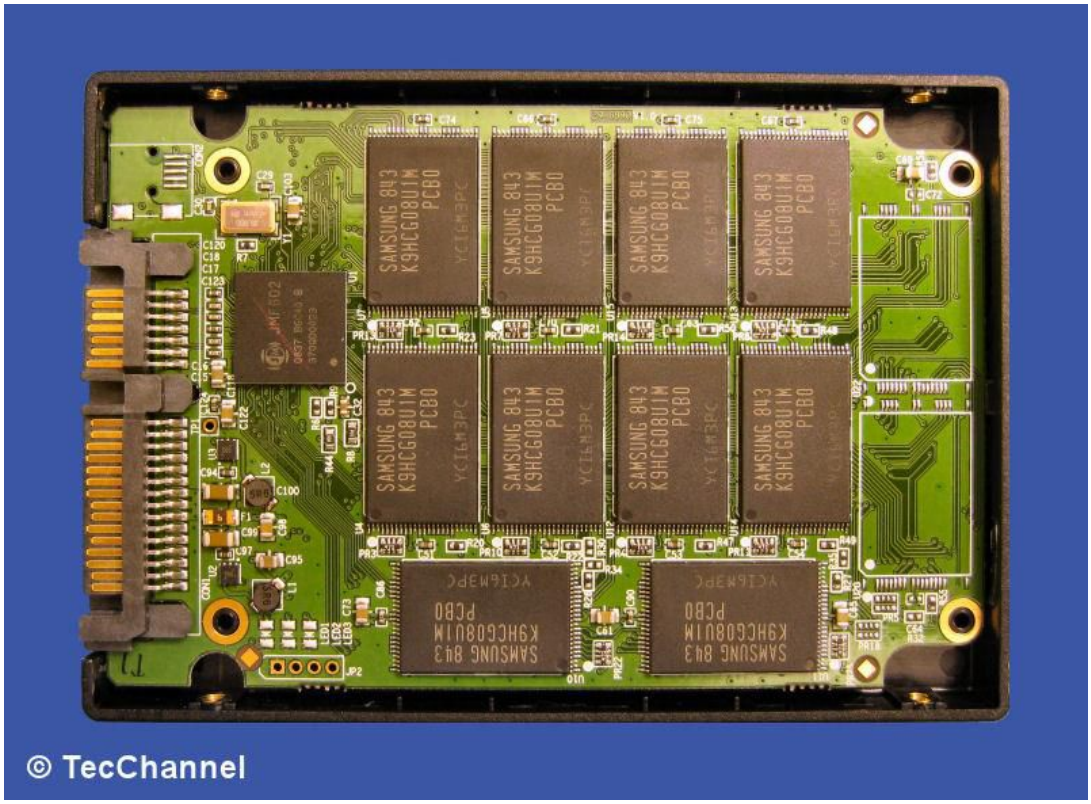


Die Rückseite der Platine ist bei der 2,5-Zoll-SSD MCCOE64G5MPP-0VA unbestückt.

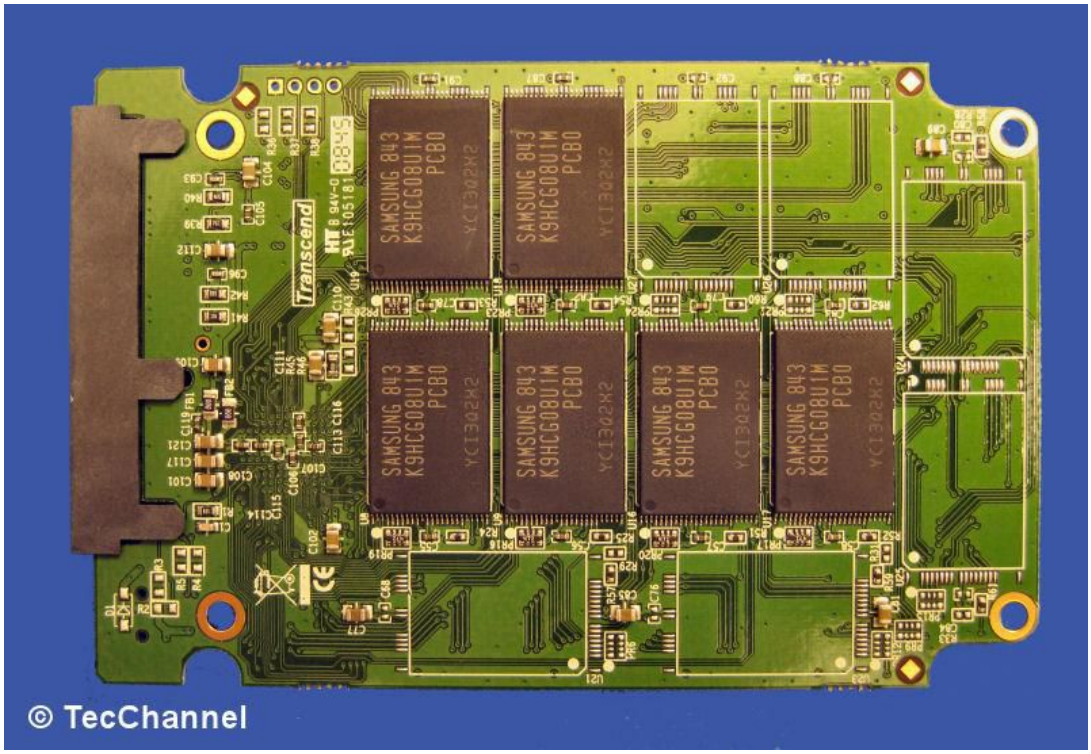
gal15 **Bildergalerie: Transcend SATA-2 SSD 128GB MLC-NAND.**

Transcends SATA-2 SSD mit der Modellnummer TS128GSSD25S-M bietet 128 GByte Kapazität.

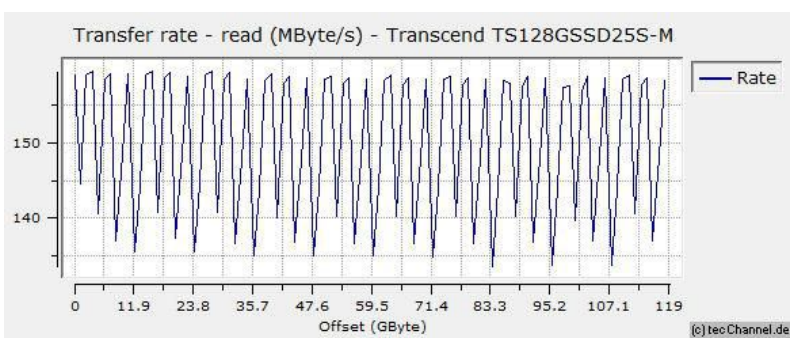
Mit seinem Kunststoffgehäuse wiegt die Transcend-SSD nur 48 Gramm.



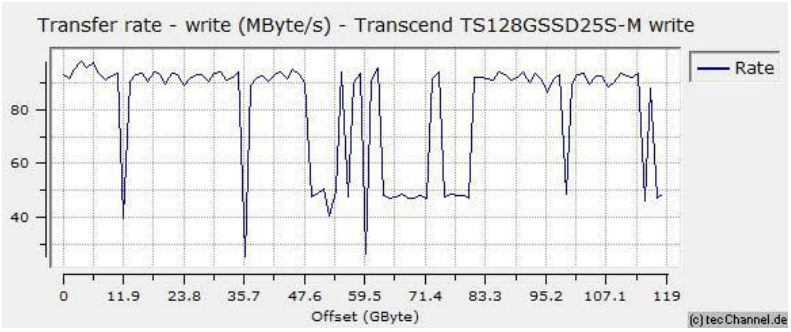
Als SSD-Controller wird der weit verbreitete JMicron JMF602 verwendet. Ein Cache steht dem Laufwerk nicht zur Verfügung.



Insgesamt 16 MLC-NANDs vom Typ Samsung K9HCG08U1M-PCB0.



Das 128-GByte-Modell mit MLC-NANDs weist einen Sägezahnverlauf beim sequenziellen Lesen auf. Der 8-Channel-JMF602-Controller steuert die Flash-ICs nach einem bestimmten Muster an.



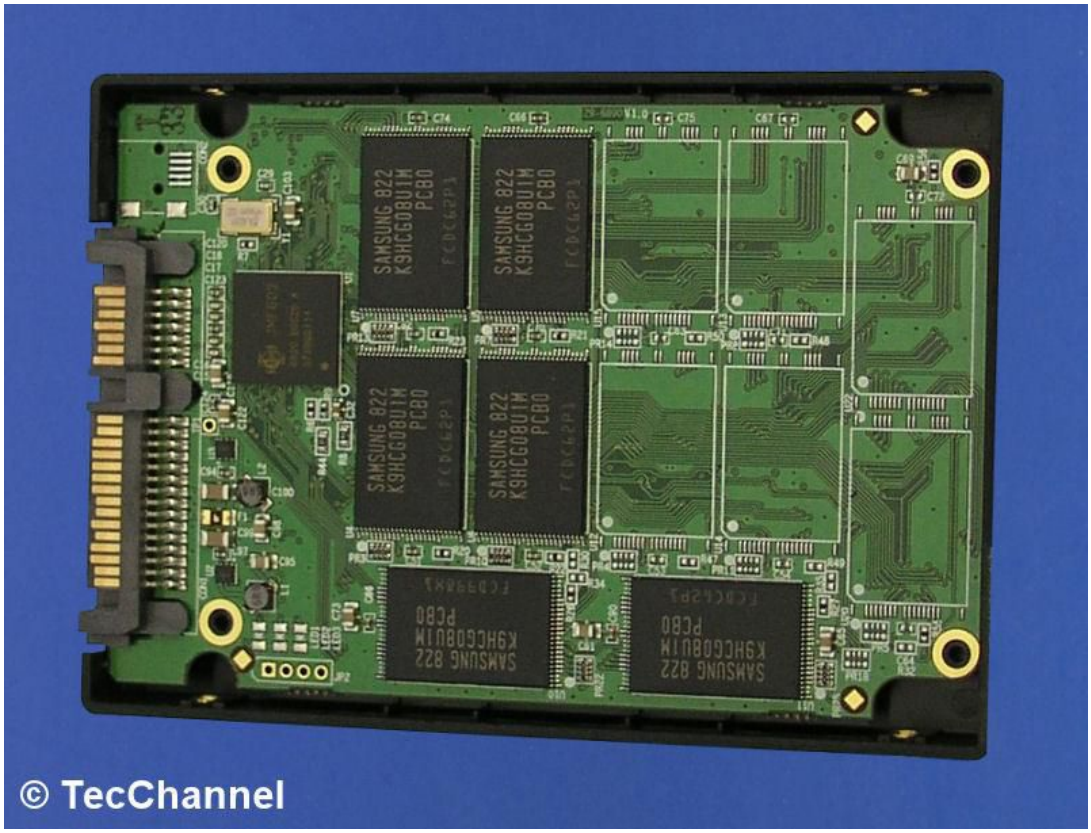
Das 128-GByte-Modell mit 16 Flash-ICs bricht beim Schreiben immer wieder deutlich ein.

gal16 **Bildergalerie: Transcend SATA-2 SSD 64GB MLC-NAND.**

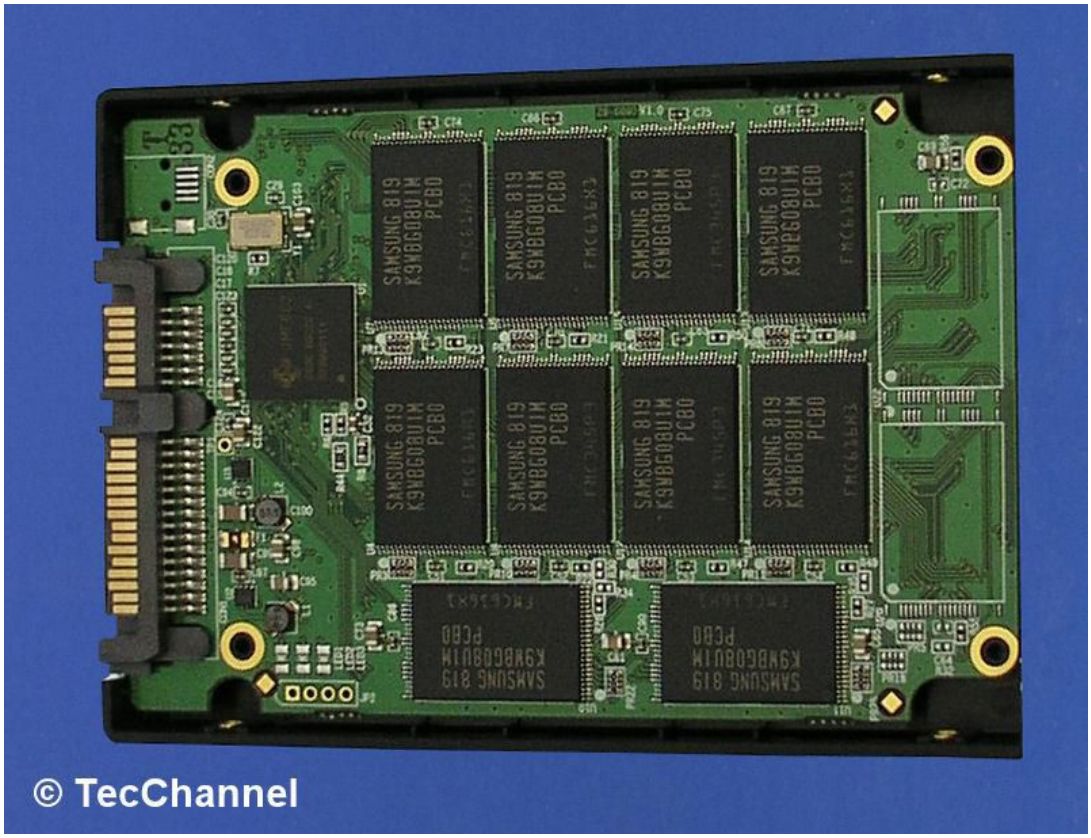
Transcend SSD mit 64 GByte Kapazität

Nur auf der Rückseite in der Modellnummer unterscheiden sich Transcends SSD mit MLC- oder SLC-NANDs. Im Bild ist die MLC-Variante TS64GSSD25S-M.

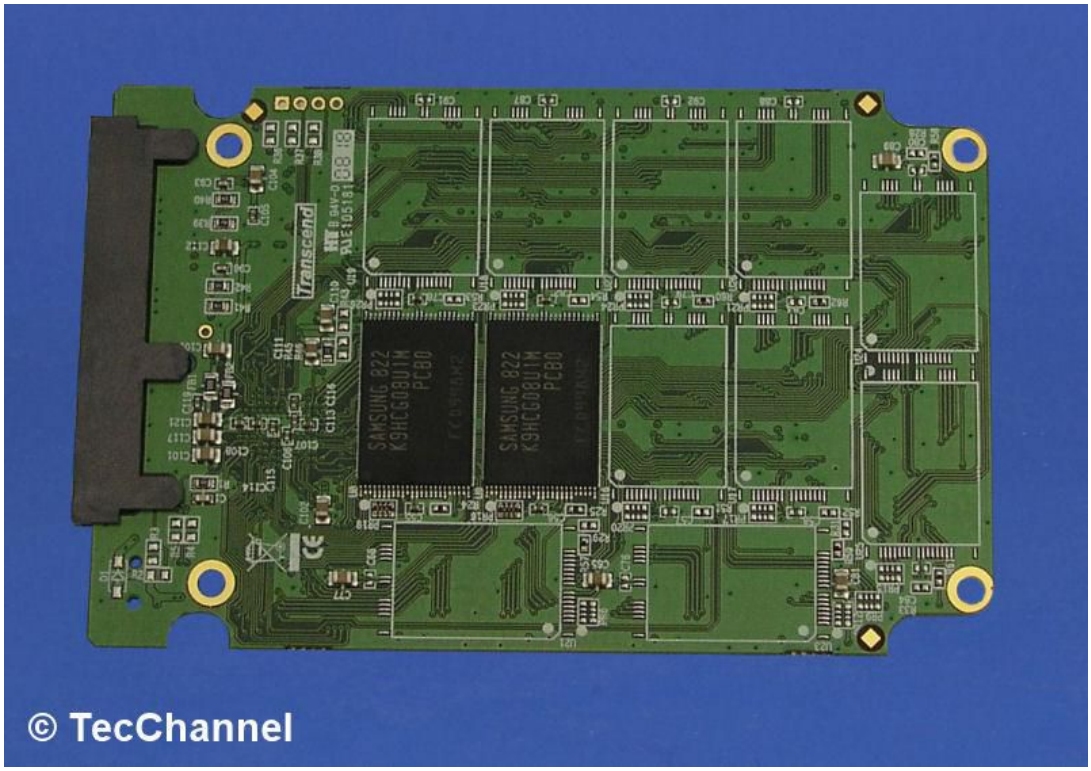
Die SLC-NAND-Variante ist an der Modellnummer TS64GSSD25S-S zu erkennen.



Transcend setzt auf den JMicron JMF602 als SSD-Controller. Die MLC-NANDs stammen von Samsung.



Die SLC-NAND-Variante verwendet ebenfalls den JMicron JMF602 als Controller. Von Samsung stammen wieder die NANDs, hier mit SLC-Technologie.



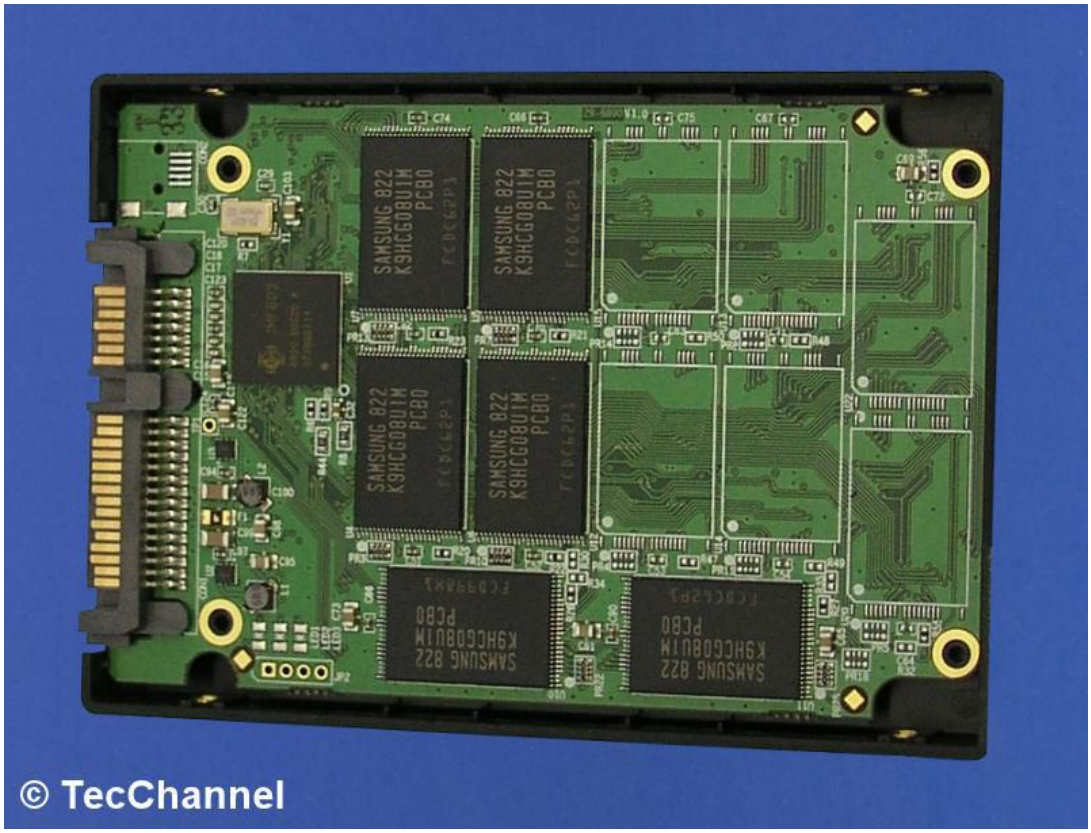
Die Transcend SSD TS64GSSD25S-M besitzt auf der Platinenrückseite noch zwei MLC-NANDs. Insgesamt kommen acht Chips zum Einsatz.

Bei der Transcend SSD TS64GSSD25S-S mit SLC-NANDs verbaut Transcend insgesamt 16 Samsung-Speicherchips.

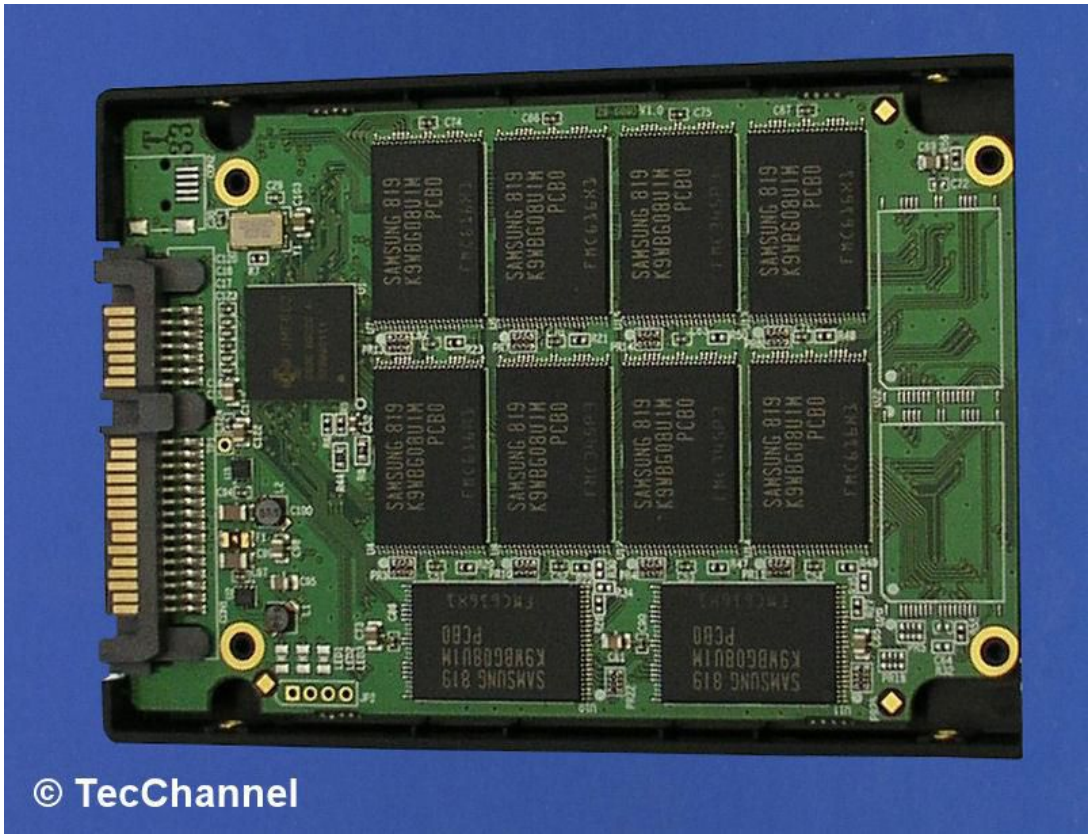
Transcend SSD mit 64 GByte Kapazität

Nur auf der Rückseite in der Modellnummer unterscheiden sich Transcends SSD mit MLC- oder SLC-NANDs. Im Bild ist die MLC-Variante TS64GSSD25S-M.

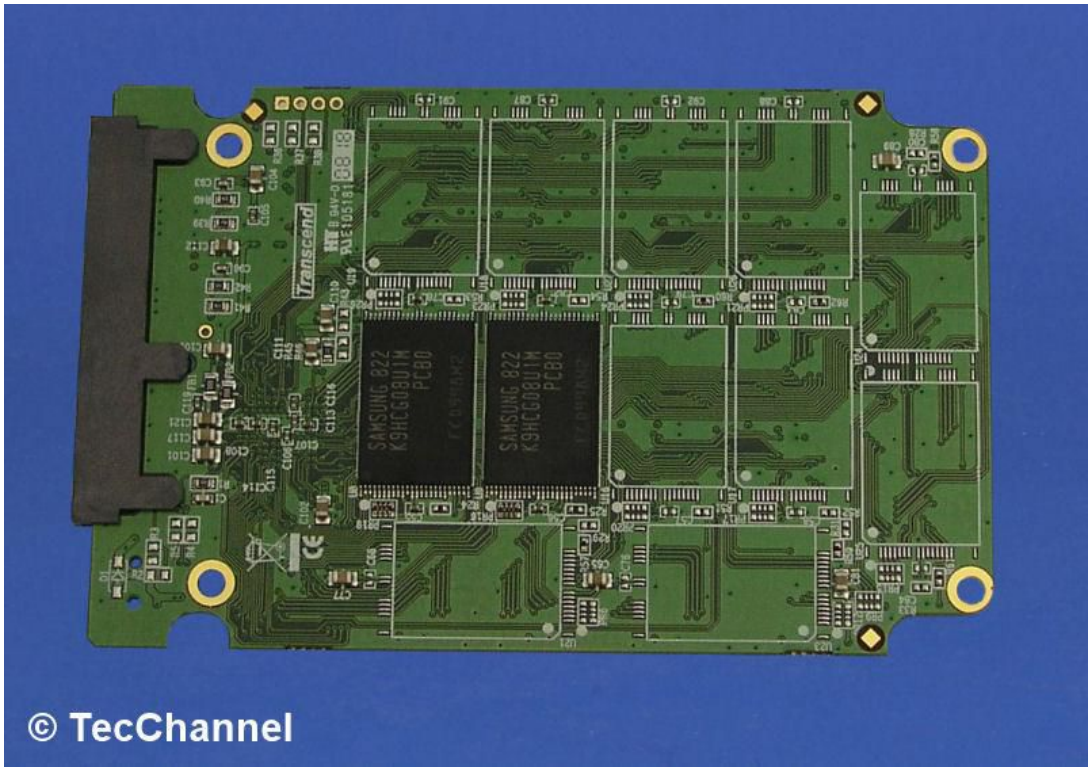
Die SLC-NAND-Variante ist an der Modellnummer TS64GSSD25S-S zu erkennen.



Transcend setzt auf den JMicron JMF602 als SSD-Controller. Die MLC-NANDs stammen von Samsung.



Die SLC-NAND-Variante verwendet ebenfalls den JMicron JMF602 als Controller. Von Samsung stammen wieder die NANDs, hier mit SLC-Technologie.



Die Transcend SSD TS64GSSD25S-M besitzt auf der Platinenrückseite noch zwei MLC-NANDs. Insgesamt kommen acht Chips zum Einsatz.

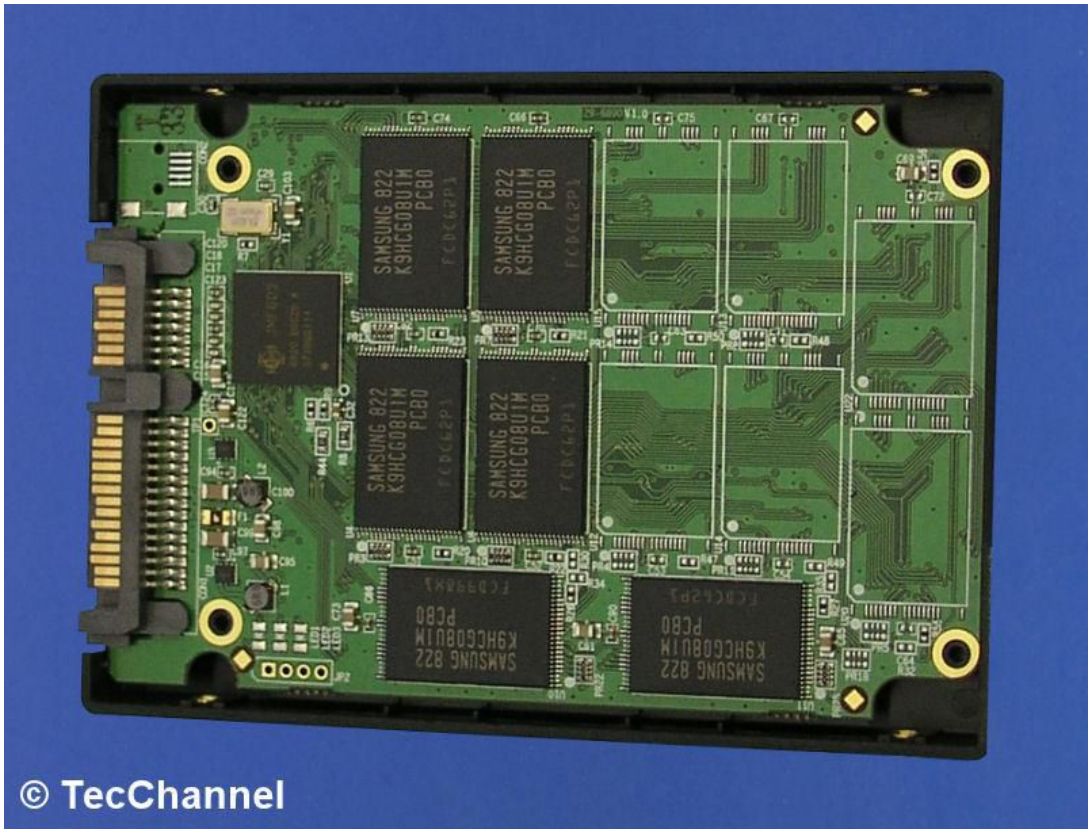
Bei der Transcend SSD TS64GSSD25S-S mit SLC-NANDs verbaut Transcend insgesamt 16 Samsung-Speicherchips.

gal17 **Bildergalerie: Transcend SATA-2 SSD- SLC-NAND.**

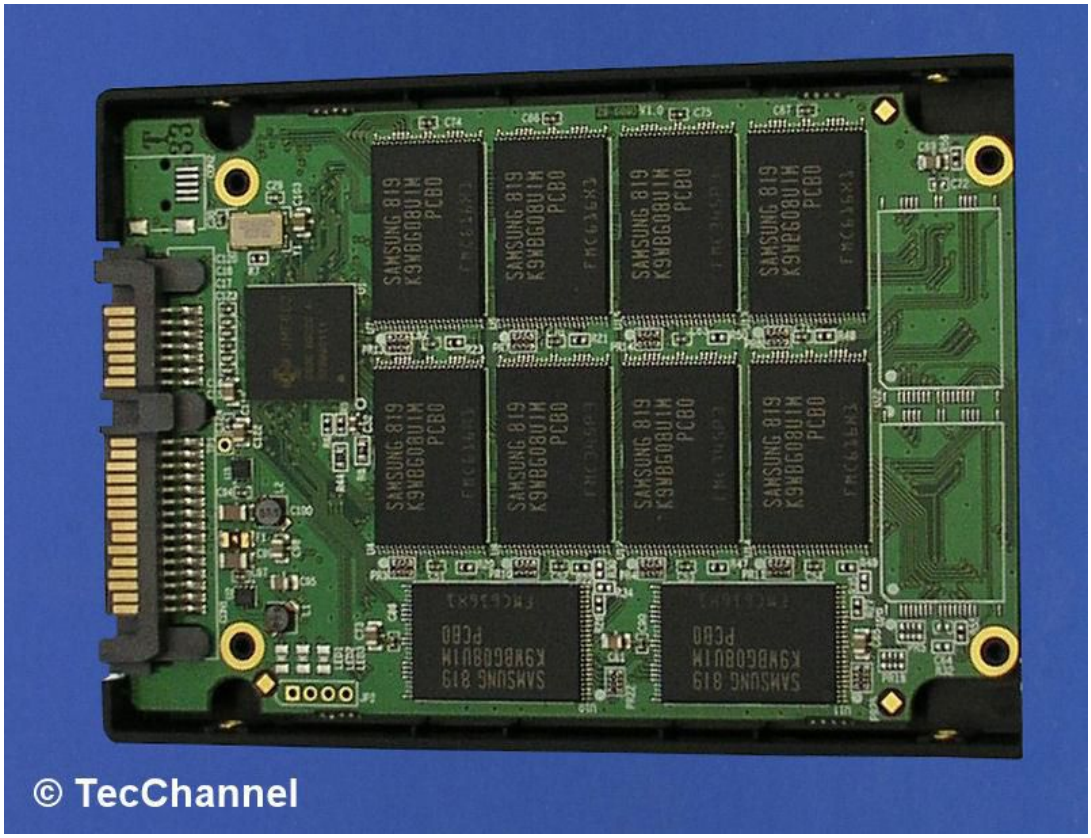
Transcend SSD mit 64 GByte Kapazität

Nur auf der Rückseite in der Modellnummer unterscheiden sich Transcends SSD mit MLC- oder SLC-NANDs. Im Bild ist die MLC-Variante TS64GSSD25S-M.

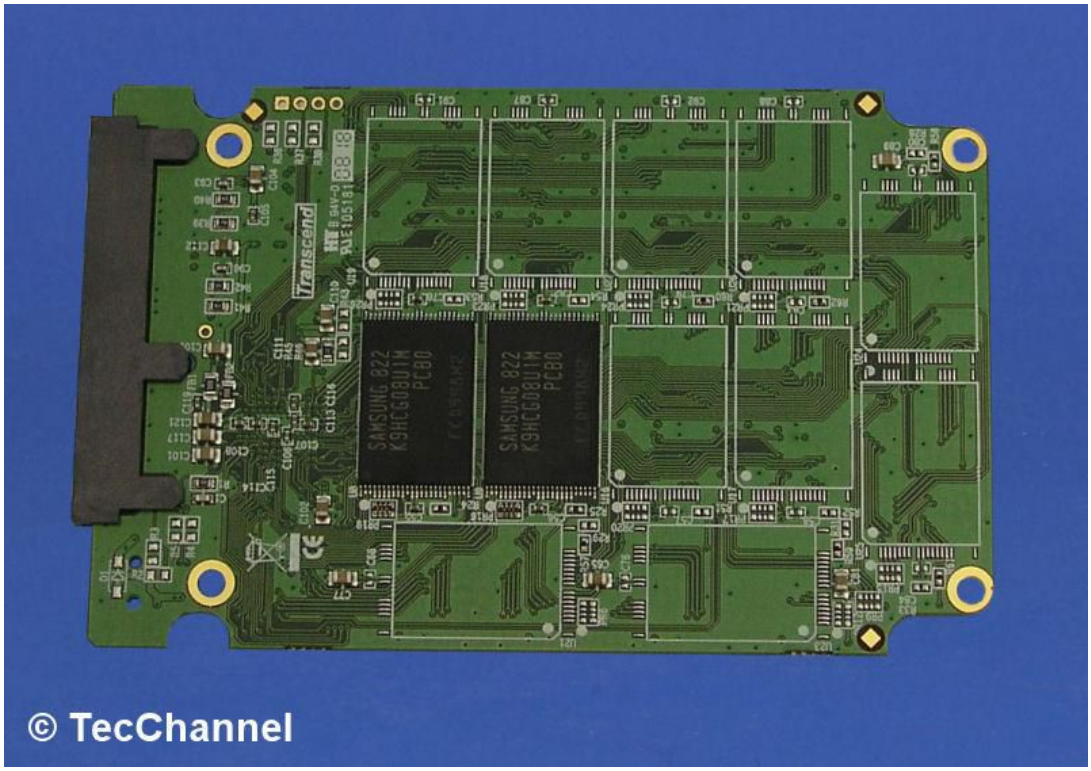
Die SLC-NAND-Variante ist an der Modellnummer TS64GSSD25S-S zu erkennen.



Transcend setzt auf den JMicron JMF602 als SSD-Controller. Die MLC-NANDs stammen von Samsung.



Die SLC-NAND-Variante verwendet ebenfalls den JMicron JMF602 als Controller. Von Samsung stammen wieder die NANDs, hier mit SLC-Technologie.



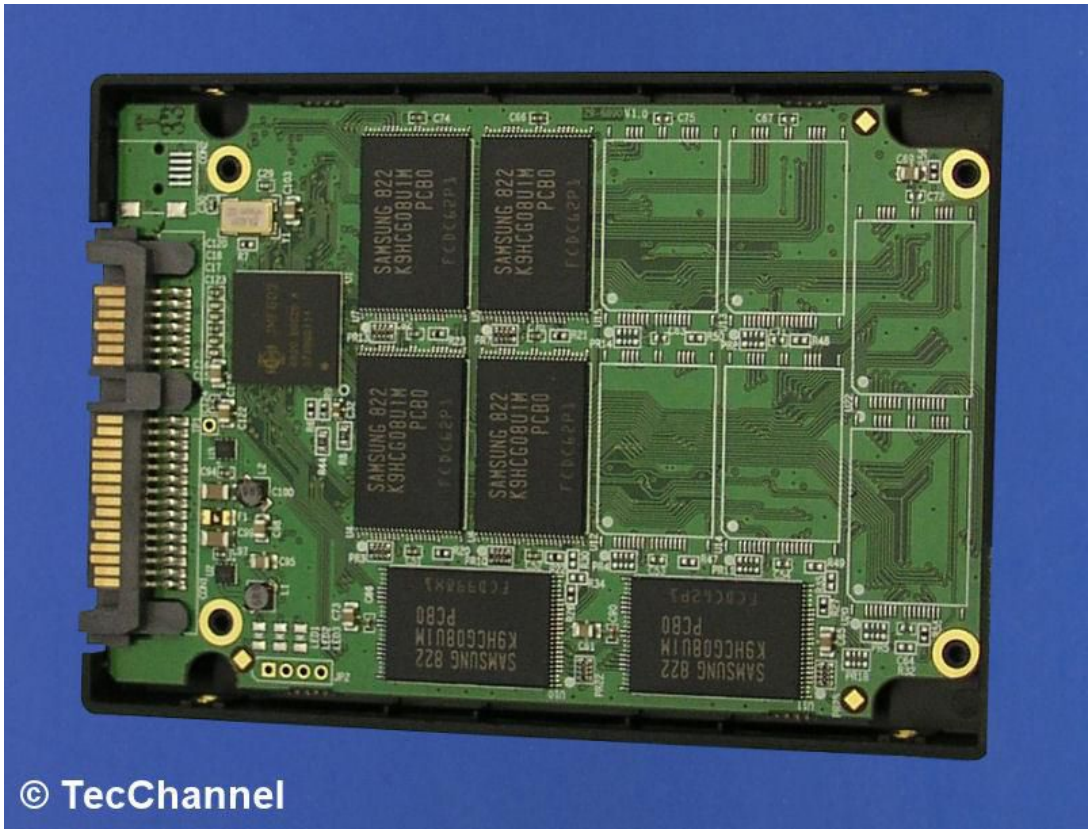
Die Transcend SSD TS64GSSD25S-M besitzt auf der Platinenrückseite noch zwei MLC-NANDs. Insgesamt kommen acht Chips zum Einsatz.

Bei der Transcend SSD TS64GSSD25S-S mit SLC-NANDs verbaut Transcend insgesamt 16 Samsung-Speicherchips.

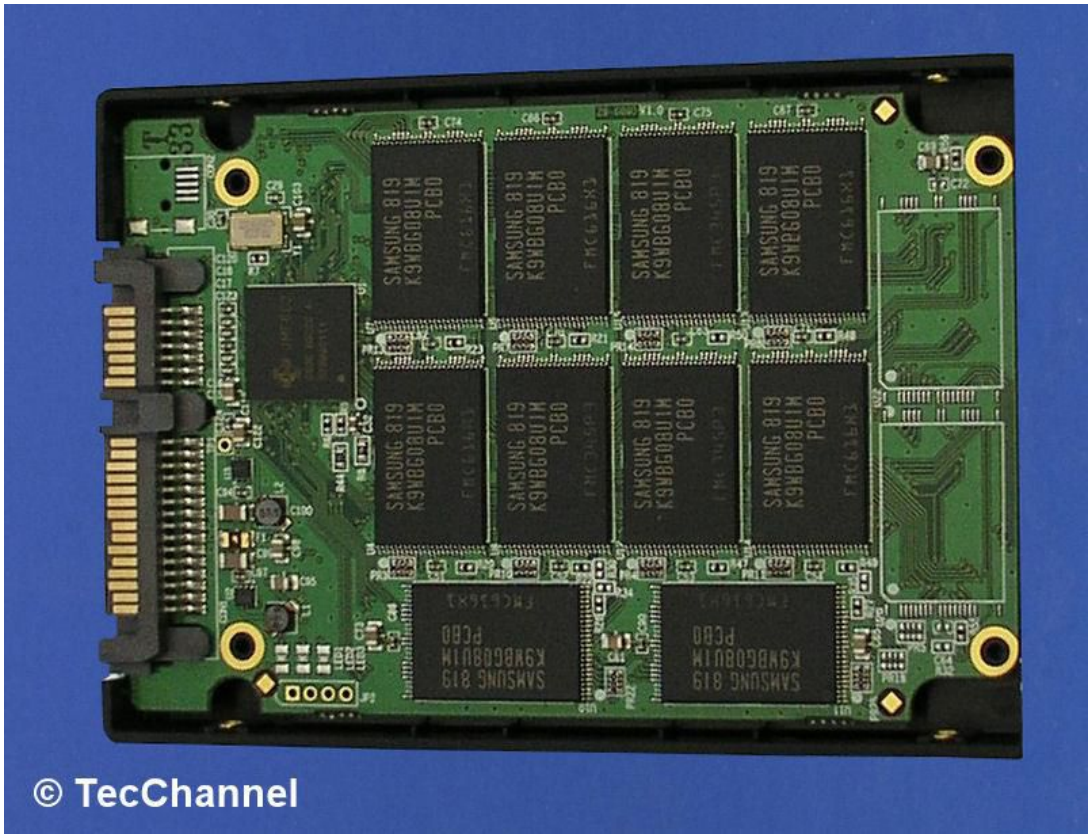
Transcend SSD mit 64 GByte Kapazität

Nur auf der Rückseite in der Modellnummer unterscheiden sich Transcends SSD mit MLC- oder SLC-NANDs. Im Bild ist die MLC-Variante TS64GSSD25S-M.

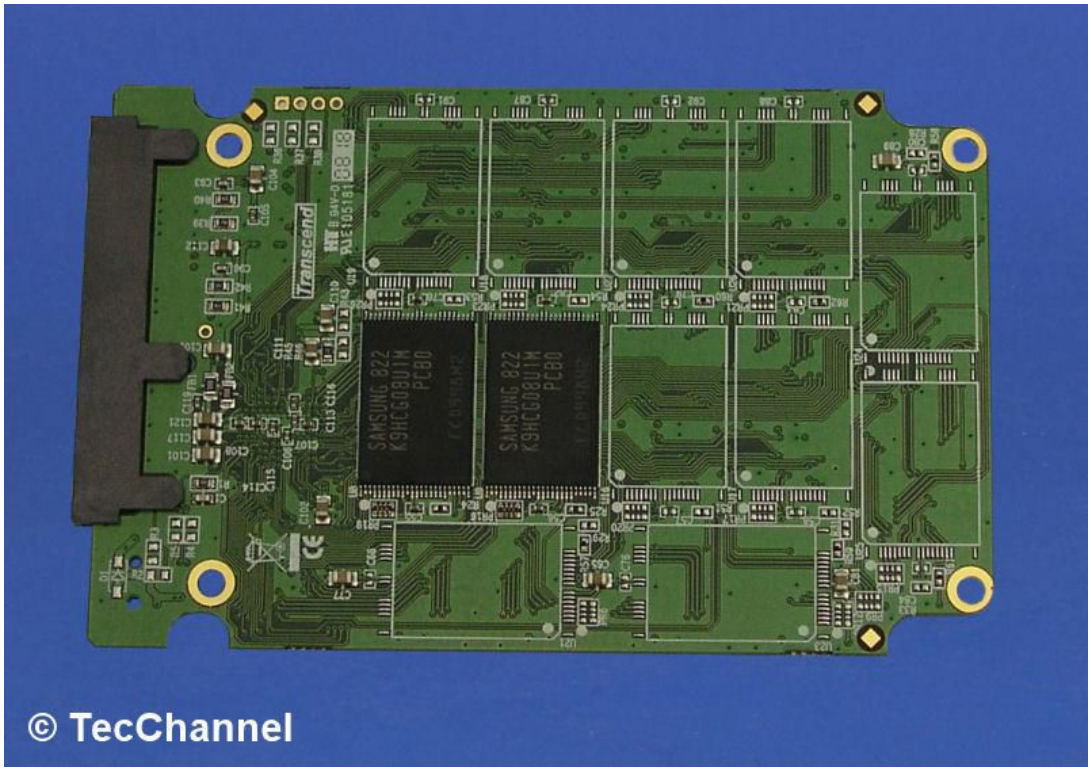
Die SLC-NAND-Variante ist an der Modellnummer TS64GSSD25S-S zu erkennen.



Transcend setzt auf den JMicron JMF602 als SSD-Controller. Die MLC-NANDs stammen von Samsung.



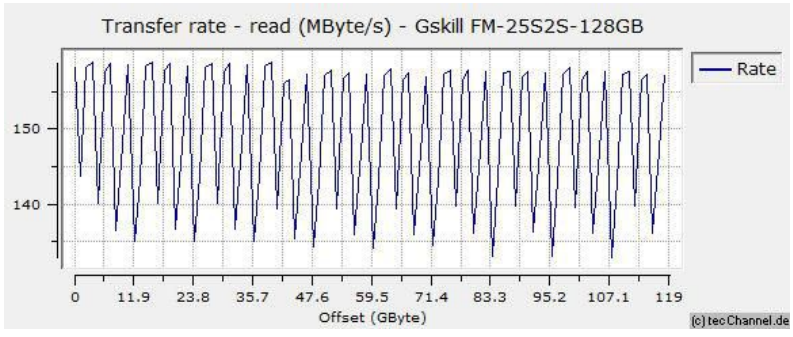
Die SLC-NAND-Variante verwendet ebenfalls den JMicron JMF602 als Controller. Von Samsung stammen wieder die NANDs, hier mit SLC-Technologie.



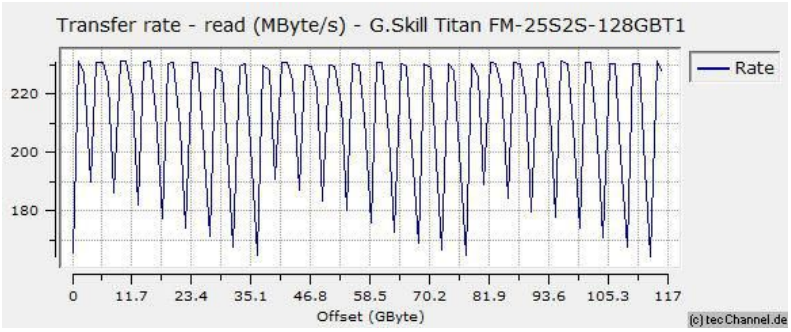
Die Transcend SSD TS64GSSD25S-M besitzt auf der Platinenrückseite noch zwei MLC-NANDs. Insgesamt kommen acht Chips zum Einsatz.

Bei der Transcend SSD TS64GSSD25S-S mit SLC-NANDs verbaut Transcend insgesamt 16 Samsung-Speicherchips.

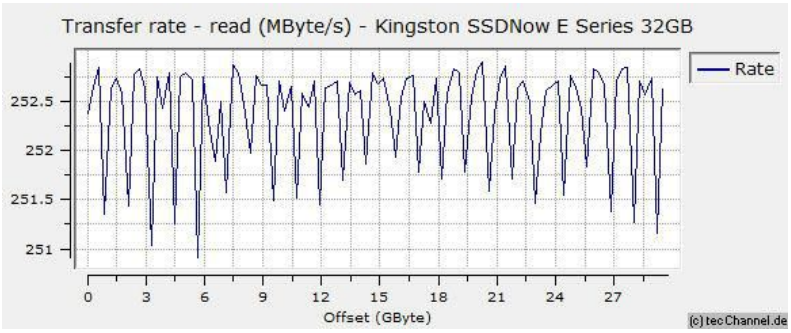
gal18 **Bildergalerie: Solid State Disk – sequenzielle Transferraten Lesen.**



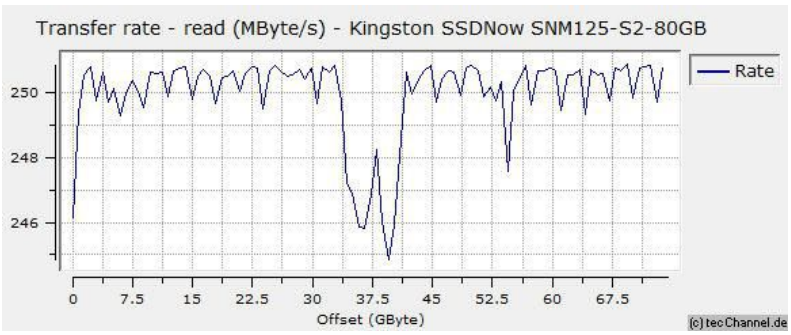
Gskill FM-25S2S-128GB: Der Transferverlauf der MLC-NAND-basierenden SSD sieht wild aus, die Schwankungen in der Transferrate halten sich aber in Grenzen. Das Muster entsteht durch das Adressierungsverfahren des 8-Channel-Controllers.



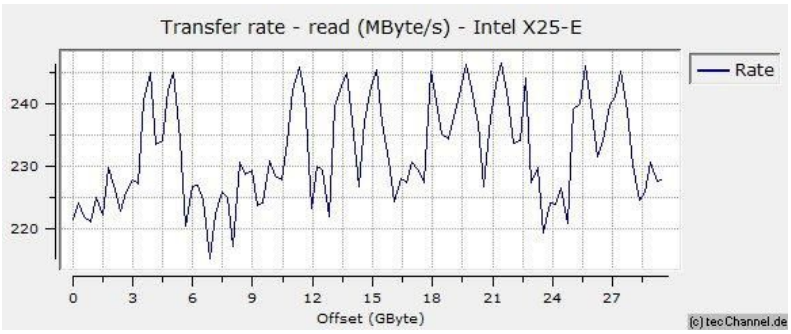
G.Skill Titan FM-25S2S-128GBT1: Die zwei parallel arbeitenden JMF602-SSD-Controller ermöglichen hohe sequenzielle Leseraten - mit großen Schwankungen noch unten.



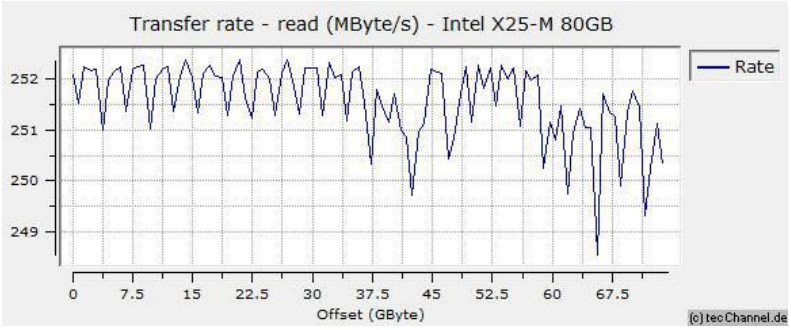
Kingston SSDNow E Series SNE125-S2/32GB: Die auf Intel-Technologie basierende SSD erreicht mit den SLC-NANDs eine durchgehend sehr hohe Transferrate. Die Schwankungen in der Leserate sind minimal.



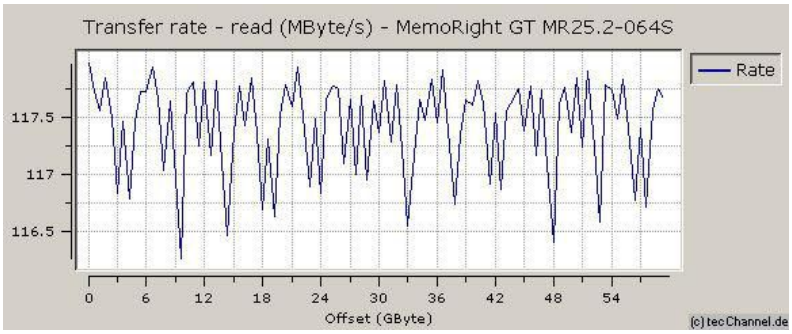
Kingston SSDNow M Series SNM125-S2/80GB: Das MLC-NAND-basierende Flash-Laufwerk erreicht beim Lesen ähnlich hohe Transferraten wie das SLC-NAND-Modell SSDNow E Series.



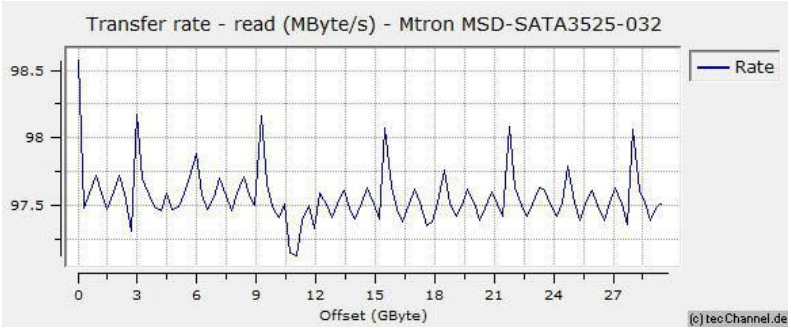
Intel X25-E SSDSA2SH032G1GN: Der Transferverlauf der SLC-NAND-basierenden SSD zeigt Schwankungen um bis zu 32 GByte/s zwischen dem Minimum und Maximum. Gegenüber der Kingston SSDNow E Series besitzt das Intel-Testmodell eine ältere Firmware.



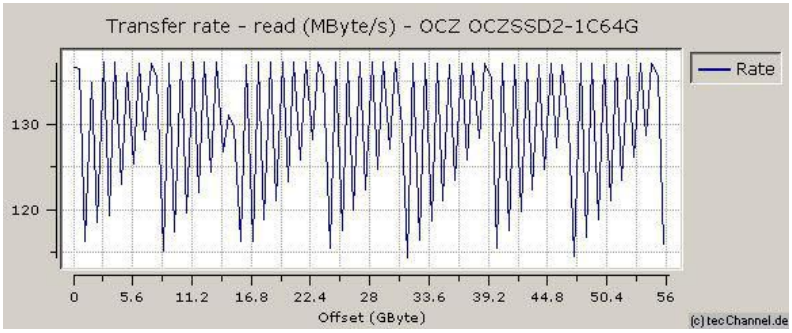
Intel X25-M SSDSA2SH080G1GN: Der Transferverlauf der Intel-SSD schwankt nur minimal über die komplette Kapazität.



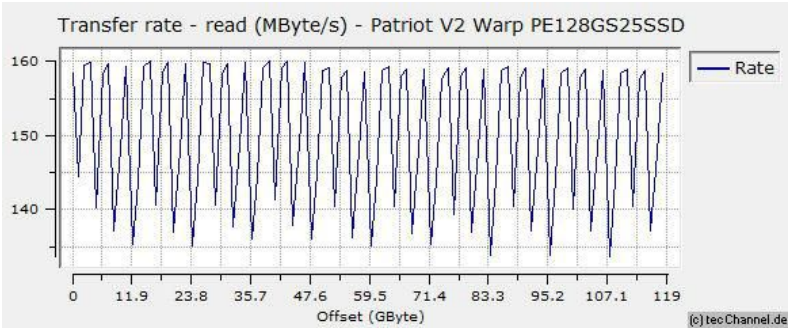
MemoRight GT MR25.2-064S: Die 64-GByte-SSD liefert über die komplette Kapazität Transferraten zwischen 116 und 118 MByte/s.



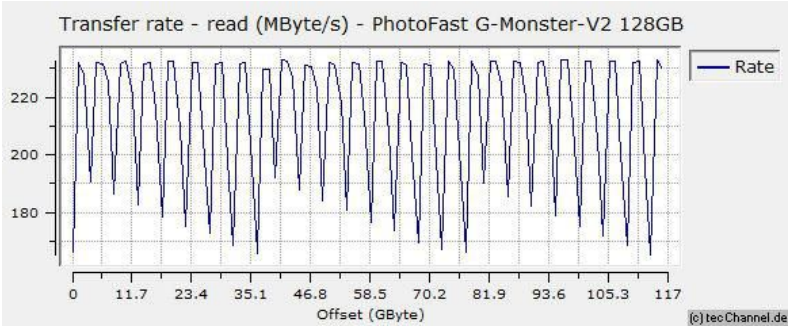
Mtron MSD-SATA3525-032: Der SSD-Controller steuert die SLC-NANDs nur mit vier Channels an - die Transferrate bleibt deshalb relativ niedrig.



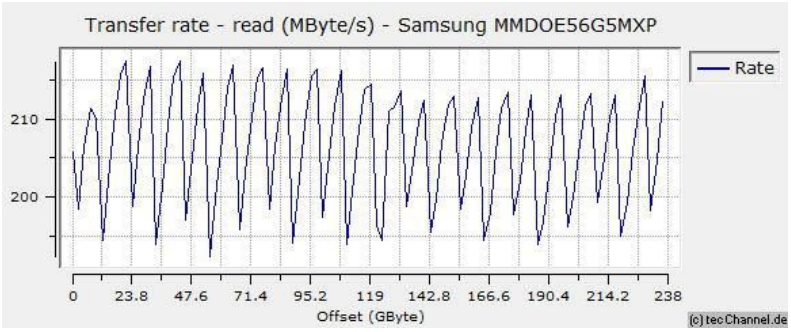
OCZ Core Series OCZSSD2-1C64G: Die Schwankungen bei der Transferrate sind zwar groß, die Leserate liegt aber immer auf einem hohen Niveau.



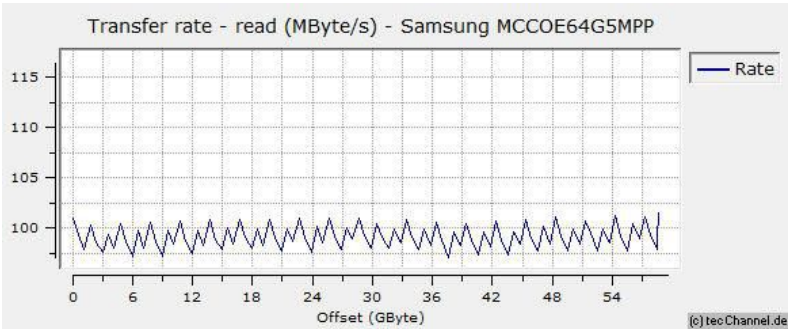
Patriot Warp v2 PE128GS25SSD: Das Flash-Laufwerk mit MLC-NANDs erreicht durchschnittlich 150 MByte/s beim sequenziellen Lesen. Die Schwankungen in der Kurve sehen zwar wild aus, halten sich aber in Grenzen.



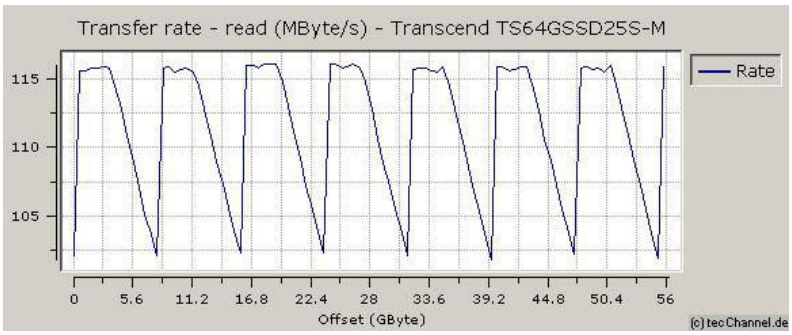
PhotoFast G-Monster-V2 128GB: Durch das RAID-Verfahren mit zwei JMF602-Controller erreicht die MLC-NAND-SSD sehr hohe Transferraten. Allerdings schwankt der Durchsatz um bis zu 66 MByte/s.



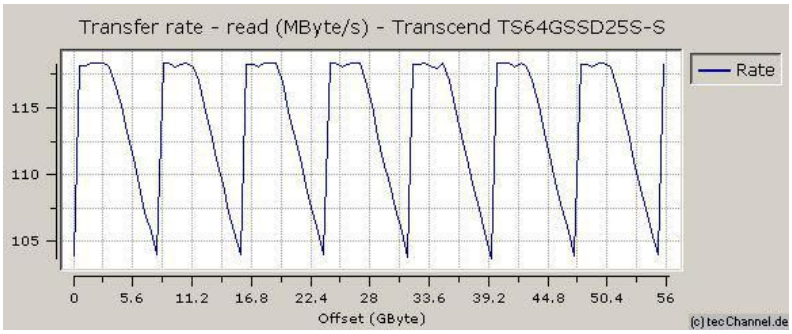
Samsung 256GB MLC SSD MMDOE56G5MXP: Durchschnittlich erreicht die MLC-NAND-basierende SSD eine Leserate von 206 MByte/s.



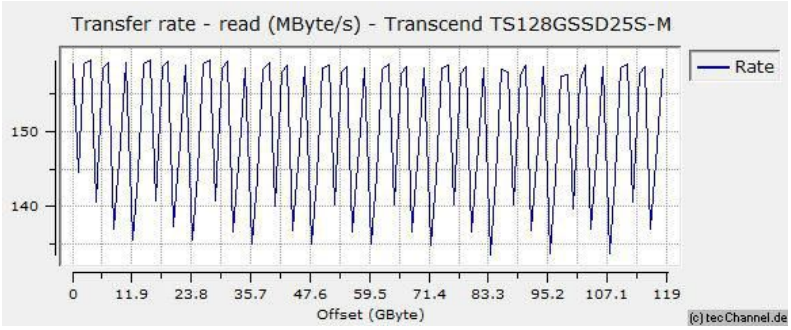
Samsung SSD SATA-2 SLC MCCOE64G5MPP: Den SLC-NANDs entlockt der ARM-basierende Samsung-Controller eine sehr konstante sequenzielle Leserate.



Transcend SSD TS64GSSD25S-M: Der Sägezahnverlauf entsteht durch den internen 8-Channel-Controller, der die MLC-NANDs nach einem bestimmten Muster anspricht.

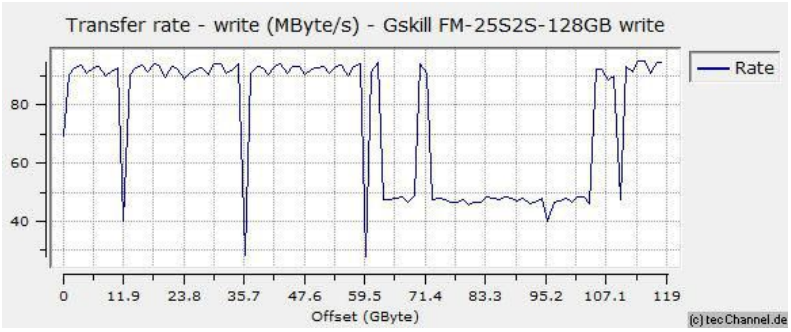


Transcend SSD TS64GSSD25S-S: Auch beim Modell mit SLC-NANDs entsteht ein Sägezahnverlauf der Transferkurve. Intern arbeitet der identische Controller JMicron JMF602 wie im MLC-Modell von Transcend.

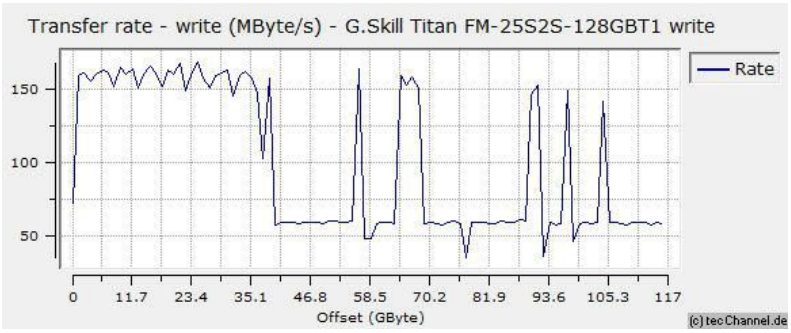


Transcend SSD TS128GSSD25S-M: Das 128-GByte-Modell mit MLC-NANDs weist ebenfalls einen Sägezahnverlauf auf. Der 8-Channel-JMF602-Controller steuert die Flash-ICs nach einem bestimmten Muster an.

gal19 **Bildergalerie: Solid State Disk – sequenzielle Transferraten Schreiben.**

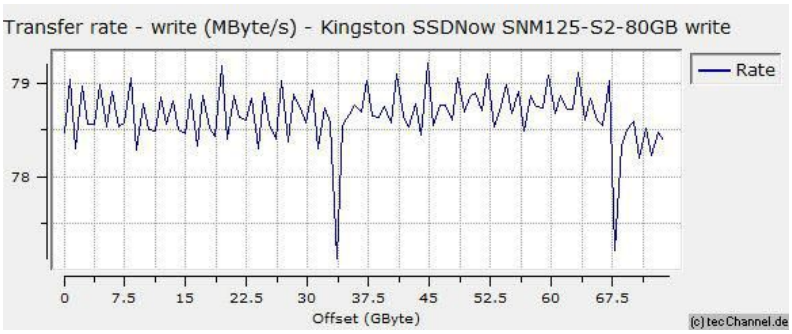


Gskill FM-25S2S-128GB: Das MLC-NAND-basierende Flash-Laufwerk zeigt einen starken Einbruch in der Schreibrate, der lange anhält.

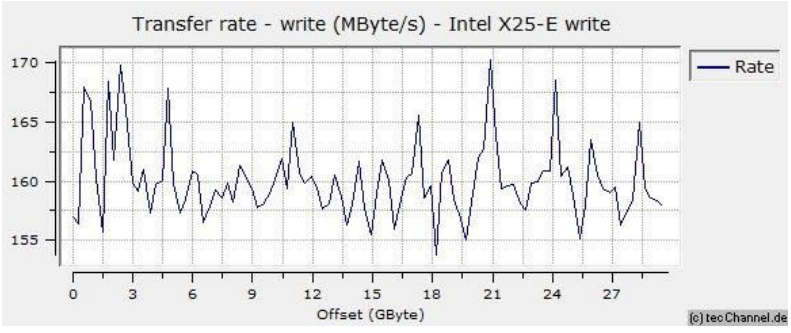


G.Skill Titan FM-25S2S-128GBT1: Die zwei im RAID-Verbund arbeitenden JMF602-SSD-Controller realisieren stark schwankende Schreibleistungen. Durchschnittlich erreicht die MLC-NAND-SSD 99 MByte/s.

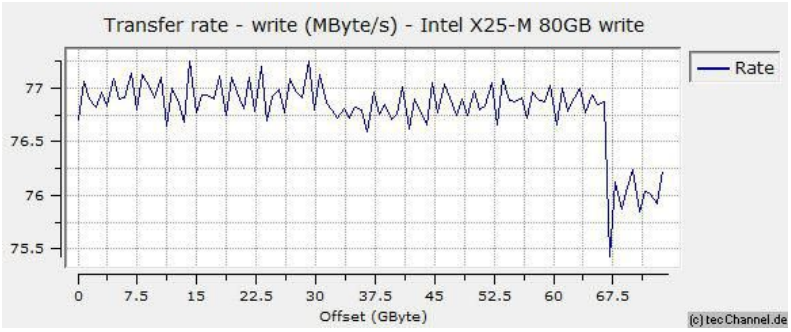
Kingston SSDNow E Series SNE125-S2/32GB: Über die komplette Kapazität gemittelt erreicht die SLC-NAND-basierende SSD sehr hohe 200 MByte/s.



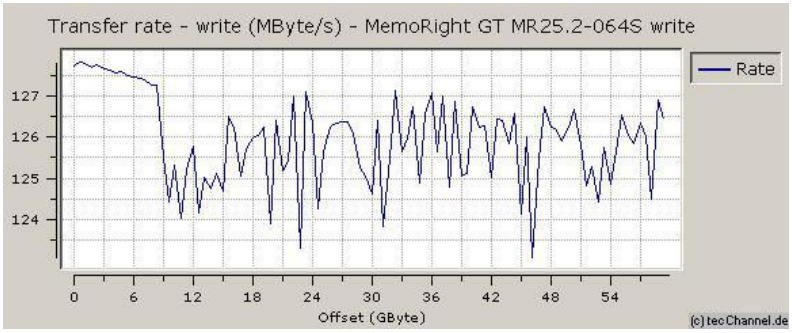
Kingston SSDNow M Series SNM125-S2/80GB: Die auf der Intel X25-M basierende SSD erreicht mit seinen MLC-NANDs eine sehr konstante Schreibrate über die komplette Kapazität.



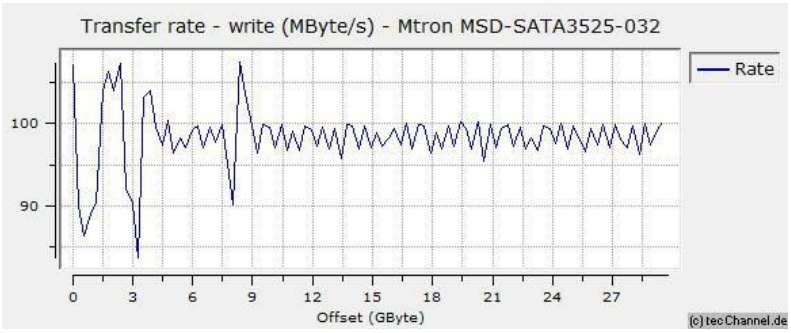
Intel X25-E SSDSA2SH032G1GN: Durchschnittlich liefert die SLC-NAND-basierende SSD eine Schreibrate von 160 MByte/s. Durch die ältere Firmware kann die Intel-SSD mit der Kingston SSDNow E Series nicht mithalten.



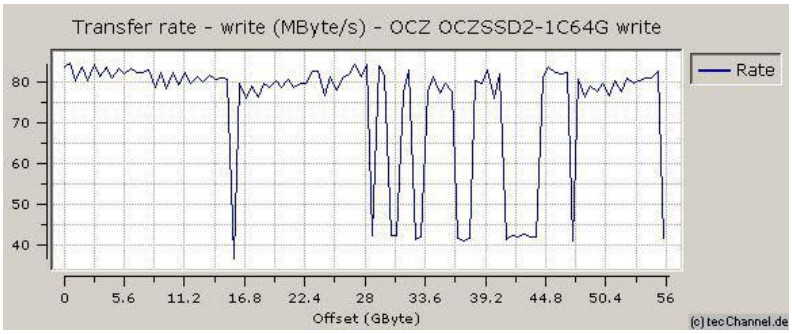
Intel X25-M SSDSA2SH080G1GN: Am Kapazitätsende zeigt die MLC-NAND-basierte SSD einen minimalen Einbruch.



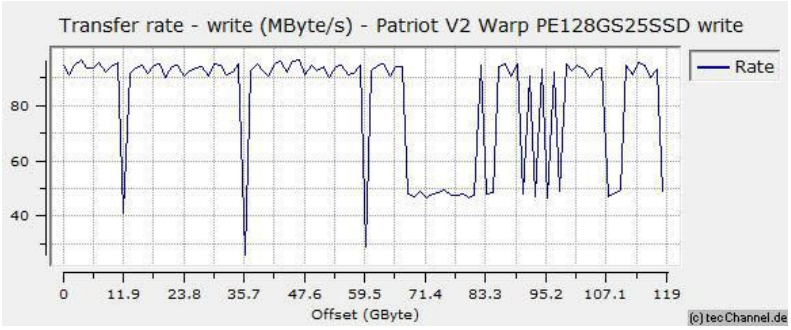
MemoRight GT MR25.2-064S: Die Kurve beim Zonenschreiben sieht zwar wild aus, doch die Transferrate schwankt nur zwischen 123 und 128 MByte/s.



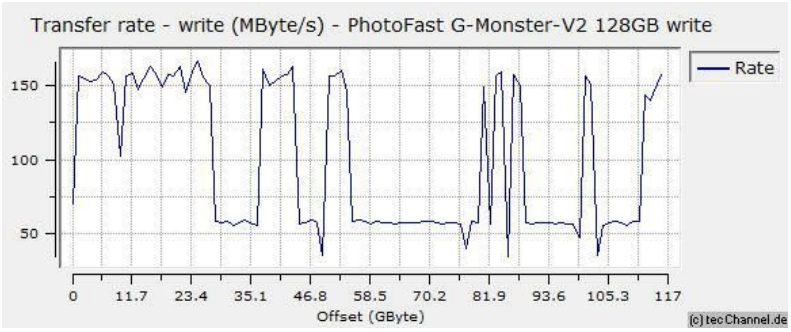
Mtron MSD-SATA3525-032: Dank SLC-NANDs liegt die Transferrate beim Schreiben auf dem Leseniveau.



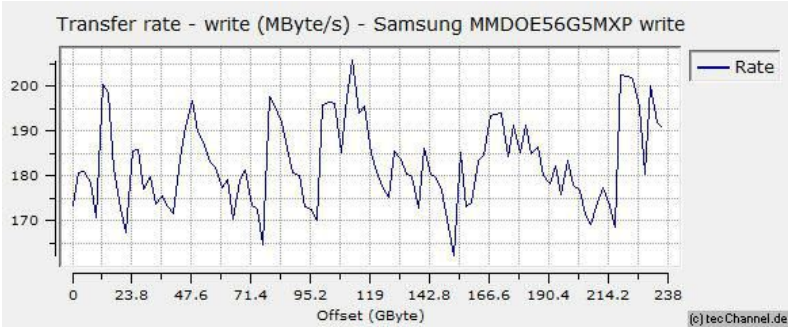
OCZ Core Series OCZSSD2-1C64G: Die Transferrate bricht beim Zonenschreiben immer wieder stark ein.



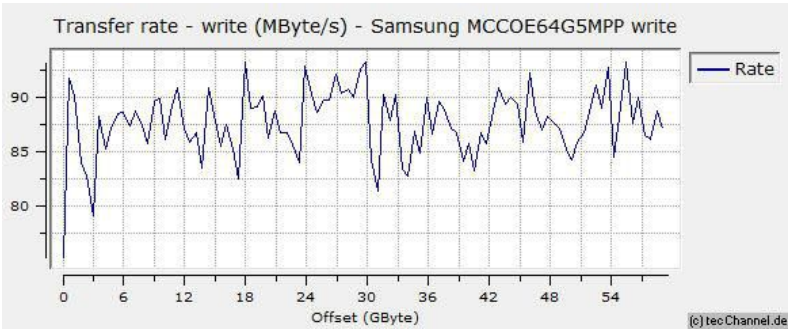
Patriot Warp v2 PE128GS25SSD: Die MLC-NAND-basierende SSD zeigt desöfteren starke Einbrüche beim sequenziellen Schreiben.



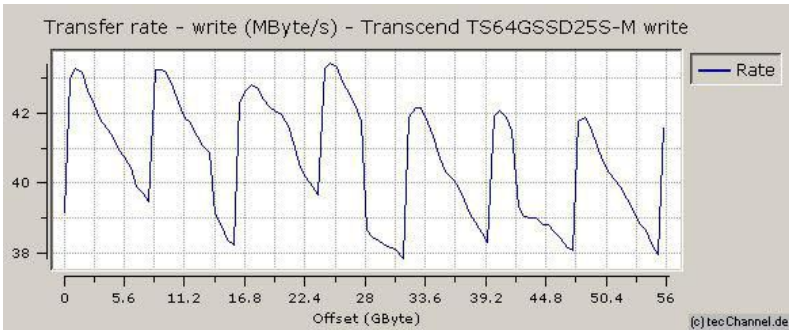
PhotoFast G-Monster-V2 128GB: Das RAID-Verfahren mit zwei JMF602-SSD-Controllernn ermöglicht beim Schreiben nur teilweise sehr hohe Transferraten. Durchschnittlich erreicht die MLC-NAND-basierende Flash-Disk 98 MByte/s.



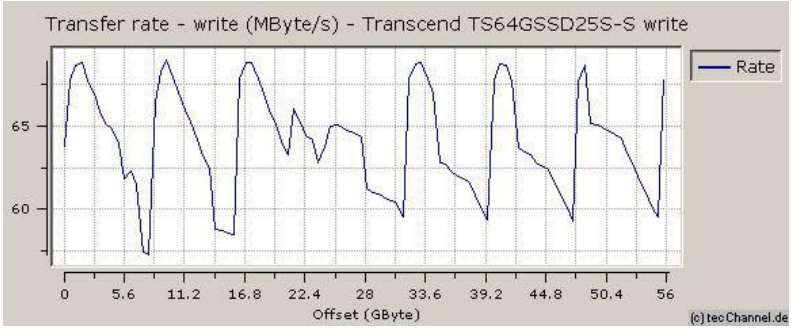
Samsung 256GB MLC SSD MMDOE56G5MXP: Die Solid State Disk erreicht für MLC-NANDs eine sehr hohe mittlere Schreibrate von 183 MByte/s. Damit übertrumpft die Samsung-SSD viele SLC-NAND-basierende Produkte.



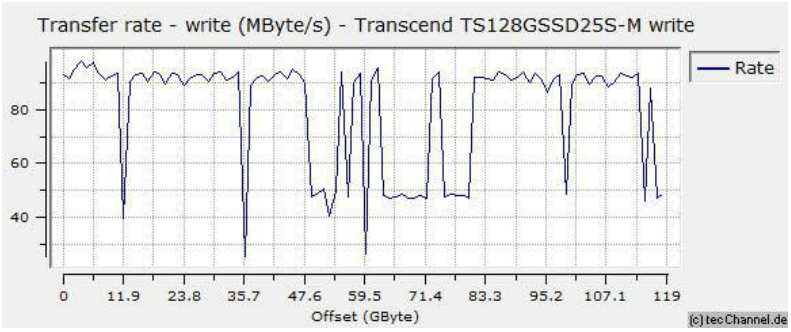
Samsung SSD SATA-2 SLC MCCOE64G5MPP: Im Durchschnitt entlockt der hauseigene Controller den SLC-NANDs eine Schreibrate von 88 MByte/s.



Transcend SSD TS64GSSD25S-M: Ähnlich dem Zonenlesen zeigt der Transferverlauf wieder eine Sägezahnform. Die Transferrate ist allerdings deutlich geringer als beim Zonenlesen.



Transcend SSD TS64GSSD25S-S: Mit SLC-NANDs liegt der Transferverlauf gegenüber dem Transcend-MLC-Modell auf einem um zirka 23 MByte/s höheren Niveau.



Transcend SSD TS128GSSD25S-M: Das 128-GByte-Modell mit 16 Flash-ICs erreicht eine deutlich höhere Schreibrate als das 64-GByte-Modell TS64GSSD25S-M mit acht MLC-NANDs.

IDG Tech Media GmbH
Alle Rechte vorbehalten. Jegliche Vervielfältigung oder Weiterverbreitung in jedem Medium in Teilen oder als Ganzes bedarf der schriftlichen Zustimmung der IDG Tech Media GmbH. dpa-Texte und Bilder sind urheberrechtlich geschützt und dürfen weder reproduziert noch wiederverwendet oder für gewerbliche Zwecke verwendet werden. Für den Fall, dass auf dieser Webseite unzutreffende Informationen veröffentlicht oder in Programmen oder Datenbanken Fehler enthalten sein sollten, kommt eine Haftung nur bei grober Fahrlässigkeit des Verlages oder seiner Mitarbeiter in Betracht. Die Redaktion übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Für Inhalte externer Seiten, auf die von dieser Webseite aus gelinkt wird, übernimmt die IDG Tech Media GmbH keine Verantwortung.