



# DPACK: Drive Writes Per Day (DWPD) Durchschnittliche Tägliche Schreibzugriffe

Kurzinformation wie die täglichen Schreibzugriffe sich auf die Lebensdauer von SSDs auswirken

2016

## Warum verschleissen SSDs ?

Die drei grössten Bedenken SSDs in einer Umgebung zu implementieren sind Kosten, Geschwindigkeit und Lebensdauer. Glücklicherweise kann die Branche sie alle entkräften.

Dieser Bericht wird kurz auf die Faktoren Preis und Leistung eingehen, befasst sich jedoch in erster Linie mit der Lebensdauer, insbesondere mit der Maßeinheit Drive Writes Per Day (DWPD, Anzahl vollständiger Festplattenbeschreibungen pro Tag). Sie hat sich als Standard etabliert, der den Verschleiß bzw. die zu erwartende Lebensdauer von SSD -Festplatten angibt.

### Preis und Kapazität

Die Technologie, die USB- oder SSD-Flash-Speicher möglich macht, wird als NAND bezeichnet und kontinuierlich günstiger, was hauptsächlich an Veränderungen beim NAND -Herstellungsprozess liegt. Die zwei wichtigsten Fortschritte in dieser Beziehung sind die Steigerung der Anzahl an Bits pro Zelle (was die MLC - und die TLC -Technologie hervorbrachte) und die Entwicklung von so genanntem 3D- oder V-NAND -Speicher, bei dem diese Zellen vertikal gestapelt sind. TLC - und 3D-Technik werden häufig kombiniert, um die heute verfügbaren kostengünstigen SSD -Festplatten mit hoher Kapazität zu ermöglichen.

### Performance / Leistung

Obwohl die Kapazitäten und Preise von SSD -Festplatten von diesen Fertigungsfortschritten profitiert haben, waren und sind Leistung und Lebensdauer für Unternehmen immer noch Gründe für Skepsis. Ein wichtiger Punkt, der ihnen Sorgen macht, ist die Schreibleistung von NAND-Zellen mit mehreren Bits (TLC), die sich aus den längeren Programmierzyklen von TLC-NAND ergibt. Die SSD-Schreibleistung wird jedoch in erster Linie durch das SSD-SoC (System on Chip) und dessen Firmware bestimmt, sodass diese Befürchtung weitgehend unbegründet ist.

Auch die gesteigerte Kapazität hat dazu beigetragen, dieses Problem zu überwinden. Festplatten sind nur selten zu 100 % befüllt, sodass die Firmware die so genannte *Garbage Collection* starten kann. Bei diesem Prozess werden Schreibbereiche proaktiv vorbereitet und vorbereitungsbedingte Leistungseinbußen während der Schreibvorgänge selbst minimiert. Da bei SSDs im Gegensatz zu Festplattenlaufwerken keine langen Suchzeiten anfallen, spielt es keinerlei Rolle, in welchen Speicherbereich die Daten geschrieben werden. Im Ergebnis sind heutige 3D -TLC -Festplatten mit hoher Kapazität daher überraschend schnell.

### DWPD oder Durchschnittliche Tägliche Schreibzugriffe

Die Tatsache, dass die meisten Unternehmen deutlich geringere E/A-Anforderungen haben, als ihnen glauben gemacht wurde, und Festplatten mit höherer Kapazität zur Verfügung stehen, kann zu einer deutlichen Revidierung der Meinung zum Einsatz von 3D-TLC -Festplatten als Tier 1-Kapazitätsfestplatten führen. Der DWPD-Wert beschreibt einfach, wie oft am Tag eine SSD vollständig beschrieben werden kann und dabei im Rahmen der Herstellerempfehlungen bleibt. In diesem Abschnitt erfahren Sie, wie Sie den DWPD-Wert für Ihre individuelle Umgebung berechnen können.

### In dieser Info

- Die drei Top Gründe warum der Einsatz von SSDs vermieden wird
- DWPD verstehen

## DWPD: Berechnung der SSD-Lebensdauer anhand des täglich- durchschnittlichen Schreibvolumens

Sämtliche Flash-Technologien haben den Nachteil, dass beim Beschreiben des Flash-Speichers dessen Speicherzellen verschleiben. Massenspeicheradministratoren müssen sich ein Bild der Schreibrechenlasten ihrer Anwendungen machen, bevor sie SSD-Festplatten und SSD-Caching-Lösungen einsetzen, damit gewährleistet ist, dass die Produktlebensdauer ihren Anforderungen entspricht.

Der Standardwert zur Ermittlung der Beständigkeit einer SSD-Festplatte sind die Drive Writes per Day (DWPD). Der DWPD-Wert gilt für die Gesamtkapazität der Festplatte. Beispielsweise erreicht eine SSD mit 100 GB Kapazität einen DWPD-Wert von 1, wenn der Benutzer pro Tag 100 GB schreibt. Laut dem Standard wird die Festplatte den geschätzten DWPD-Wert mindestens fünf Jahre lang verkraften können.

DPACK kann Benutzer unterstützen, indem es für jede Ebene (Festplatte, Server, Cluster-Festplatte, Collector-Durchlauf und Projekt) das geschätzte durchschnittliche Schreibvolumen pro Tag berechnet.

### Durchschnittliches Schreibvolumen pro Tag

Zur Berechnung des durchschnittlichen Schreibvolumens pro Tag für ein beliebiges Set an E/A-Datensätzen addieren Sie den Schreibdurchsatz (MB/s) aller Datensätze. Addieren Sie zudem die Dauer für jeden Datensatz. DPACK tut dies automatisch und gibt einen Wert aus, der die täglich geschriebene Kapazität angibt. Die grundlegende Formel zur Ermittlung des durchschnittlichen Schreibvolumens pro Tag würde wie folgt aussehen:

$$\text{AverageDailyWriteMB} = \frac{\text{SumAllWriteMBperSec}}{\text{SumAllRecordSeconds}} * \text{SecondsInOneDay}$$

Sie können also für jeden SSD-Typ diesen Kapazitätswert in die folgende Gleichung einfügen, um zu ermitteln, wie viele Festplatten mindestens nötig sind, um die täglich anfallenden Schreibaktivitäten zu bewältigen, inklusive aller Back-End-E/A-Operationen:

$$\text{MinimumNumberActiveDrives} = \frac{(\text{AverageDailyWriteMB} * \text{RaidPenalty})}{(\text{DriveCapacity} * \text{DWPD Rating})}$$

**Hinweis:** Der in dieser Formel enthaltene Wert "RaidPenalty" (RAID-Performance-Malus) wird später in diesem Dokument genauer beschrieben.

Um diese Formel nutzen zu können, müssen Sie zunächst den DWPD-Wert der Festplatte kennen. Dieser Wert wird vom Hersteller angegeben und ist in der Regel in den technischen Daten der Festplatte aufgeführt. Zu Demonstrationszwecken finden Sie im Folgenden einige üblicherweise akzeptable DWPD-Werte für verschiedene Festplattentypen.

Typ	Festplatten	DWPD
SLC	400GB	10
SLC	800GB	10
MLC	480GB	3
MLC	1.9TB	3
TLC	960GB	1
TLC	3.8TB	1

---

*Häufig wird durch übermäßige Kapazitätzuweisung ein höherer DWPD-Wert erreicht, was zu höheren Kosten führen kann.*

*Beispiel: Eine SSD mit 200 GB und einem DWPD-Wert von 3 kann häufig gleichwertig sein zu einer 600-GB-SSD mit einem DWPD-Wert von 1.*

*Um beide DWPD-Werte zu überschreiten, müssten 600 GB pro Tag geschrieben werden.*

---

# RAID: Ein kurzer Überblick über die Auswirkungen von RAID auf den DWPD-Wert

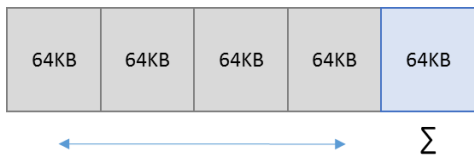
RAID 10 ist die am einfachsten zu verstehende RAID-Variante. Bei jedem Schreibvorgang wird eine weitere Kopie auf die andere Festplatte in der Spiegelung geschrieben. Daher wird der RAID -Performance-Malus 2 verwendet. RAID 5 und 6 sind komplizierter und auf den ersten Blick können die in den DWPD-Berechnungen verwendeten RAID-Performance-Malusse den allgemein angenommenen "Kapazitäts-Effizienz-Verhältnissen" widersprechen. Diese Kapazitätsfaktoren stehen zwar in Beziehung zueinander, schließen sich allerdings gegenseitig aus. Ein einfaches Diagramm kann das verdeutlichen.

## RAID 5: RAID Penalty ist 2

Das Verhältnis von nutzbarer Kapazität und Effizienz beträgt bei einem RAID 5 (4+1) 80 %. Einfach ausgedrückt: vier Kapazitätsfestplatten und eine Paritätsfestplatte ergeben ein Verhältnis von 4/5. Der DWPD -Wert wird auf Basis der Kapazität an geschriebenen Daten berechnet, vor allem aber in Abhängigkeit davon, wie diese auf die Festplatte geschrieben werden. Um das zu verdeutlichen, müssen wir einige häufig verwendete RAID-Begriffe erklären. Jeder RAID-Satz besteht aus einer *RAID-Stripe-Breite* und einer *RAID-Stripe-Tiefe*.

*RAID-Stripe-Breite:* Sie definiert die Anzahl der Festplatten, über die sich der RAID -Stripe (auch RAID-Block) erstreckt. In unserem Beispielfall sind das vier Festplatten plus eine Paritätsfestplatte.

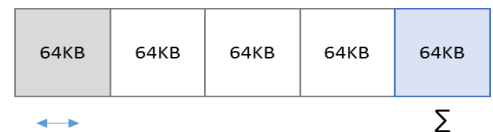
*RAID-Stripe-Tiefe:* Dieses Konzept ist unter vielen Namen bekannt, es handelt sich jedoch stets um die Menge an Daten, die auf jede Festplatte geschrieben wird, bevor der Schreibvorgang auf der nächsten Festplatte fortgesetzt wird. *Dieser Faktor ist essenziell, um die Logik hinter der Schätzung des DWPD-Werts verstehen zu können.*



Im Diagramm unten sind das Best-Case- und das Worst-Case-Szenario beim Schreiben auf diesen RAID -Stripe mit einer Stripe-Tiefe von 64 KB dargestellt.

### Best Case Szenario:

Systeme können versuchen, Schreibvorgänge aneinanderzureihen (Concatenation) oder zusammenzuführen (Coalescing), um die Auswirkungen auf die Festplatte zu optimieren. In diesem Fall werden genau 256 KB geschrieben. Jeder Festplatte wird das gleiche Volumen zugewiesen, und zwar genau 64 KB. Die Parität würde 64 KB betragen, doch das sind nur 20 % Overhead der geschriebenen 256 KB.



### Worst Case Szenario:

Die meisten Schreibvorgänge sind klein, häufig tatsächlich erheblich kleiner als die Stripe -Tiefe. Nehmen wir in diesem Fall an, dass nur genau 64 KB an Daten geschrieben werden. Das würde nur zwei Festplatten im RAID -Stripe betreffen: die Festplatte, auf die die 64 KB geschrieben werden, und die neu beschriebene Paritätsfestplatte mit ebenfalls 64 KB. Der Overhead des Schreibvorgangs beträgt in diesem Fall 100 %, obwohl die nutzbare Kapazität noch eine Effizienz von 80 % hätte.

## RAID 6: RAID Penalty ist 3

Bei einem RAID mit doppelter Parität muss ein zusätzlicher Performance -Malus eingerechnet werden. Im gleichen Worst-Case-Szenario würden die 64 KB nur auf eine Festplatte geschrieben, es müssten jedoch zwei Paritätsfestplatten neu berechnet und beschrieben werden. Aus diesem Grund hat das Worst -Case-Szenario für RAID 6 einen Performance-Malus von 3x (64 KB Daten + 128 KB Parität).

## Zusammenfassung

Der DWPD-Wert ist ein Faktor, der die geschriebene Datenkapazität angibt. Zusätzlich können wir davon ausgehen, dass eine SSD immer versuchen wird, Schreibvorgänge zu optimieren, indem sie einen neuen bereits vorbereiteten Bereich sucht, anstatt den gleichen Datenbereich zu überschreiben. Wir können also eine sehr sichere Schätzung des Verschleißes abgeben, für jede beliebige Festplatte mit jedem beliebigen durchschnittlichen Schreibvolumen pro Tag. Die Berechnungen auf der folgenden Seite stellen ein absolutes Worst -Case-Szenario dar, sodass alle Optimierungen von Schreibvorgängen durch das System diese Schätzungen nur noch verbessern.

# DWPD: Schätzung der Beständigkeit anhand des Werts *Average Daily Writes*

Abhängig von Ihrem Ziel gibt es zwei Methoden zur Ermittlung des DWPD-Werts: die Berechnung der benötigten Mindestanzahl aktiver Festplatten oder die Berechnung der geschätzten Lebensdauer einer bestimmten Anzahl an SSDs mit einer bekannten Rechenlast.

## Benötigte Mindestanzahl aktiver Festplatten

Diese Methode haben wir bereits vorgestellt. Sie hilft Ihnen, abzuschätzen, ob nur eine Festplatte oder eine bestimmte Anzahl an Festplatten notwendig ist, um den empfohlenen DWPD-Wert einzuhalten. Ausgangsbasis für die Berechnung ist eine im Rahmen eines DPACK Projekts ermittelte Rechenlastanforderung

### Beispieldale Data:

Average Daily Writes: 3.5TBs  
Destination RAID Set: RAID 10  
SSD being evaluated: TLC 3.8TB SSD

$$1.8 \text{ Drives} = \frac{3584GB * 2}{3891.2GB * 1}$$

Average Daily Writes: 3.5TBs  
Destination RAID Set: RAID 5-5 (4+1)  
SSD being evaluated: TLC 3.8TB SSD

$$1.8 \text{ Drives} = \frac{3584GB * 2}{3891.2GB * 1}$$

Average Daily Writes: 3.5TBs  
Destination RAID Set: RAID 6-6 (4+2)  
SSD being evaluated: TLC 3.8TB SSD

$$2.8 \text{ Drives} = \frac{3584GBs * 3}{3891.2GBs * 1}$$

Diese Zahlen belegen, dass selbst bei einem extremen Schreibvolumen von 3,5 TB pro Tag und trotz des RAID - Performance-Malus die hohe Kapazität der Festplatten dazu führt, dass für alle Konfigurationen die erforderliche Mindestanzahl an Festplatten höchstens bei 3 liegt.

## Kleinere Festplatten und höherer DWPD-Wert

To illustrate the relationship between disk capacity and DWPD Rating, the next example will use a much smaller drive with only 400GBs of capacity, but with a higher DWPD Rating of 10.

Average Daily Writes: 3.5TBs  
Destination RAID Set: RAID 6-6 (4+2)  
SSD being evaluated: SLC 400GB SSD

$$2.6 \text{ Drives} = \frac{3584GBs * 3}{400GBs * 10}$$

Das Endergebnis: Zur Bewältigung der Schreibrechenlast werden immer noch mindestens drei Festplatten benötigt. Die TLC-Konfiguration hätte jedoch etwa 10 TB Rohkapazität, während die SLC -Konfiguration 1.200 GB hätte.

## Realisierter DWPD-Faktor

Wenn Sie vorhaben, mehr oder weniger als die empfohlene Mindestzahl an Festplatten einzusetzen, beschleunigen oder verlangsamen Sie den geschätzten Verschleiß jeweils entsprechend. Auch diese Berechnung ist einfach: Sie teilen schlicht die empfohlene Anzahl an Festplatten durch die Anzahl an Festplatten, die Sie einsetzen werden.

$$.27 \text{ Realized DWPD} = \frac{3 \text{ Drives Recommended}}{11 \text{ Drives Configured}}$$

Eine solche Konfiguration gilt als übermäßige Bereitstellung, sodass die Lebensdauer dieser Festplatten über dem erwarteten Wert liegen sollte. .

$$1.67 \text{ Realized DWPD} = \frac{5 \text{ Drives Recommended}}{3 \text{ Drives Configured}}$$

Diese Konfiguration liegt nicht im Rahmen der Empfehlung. Daher tritt ein erhöhter Verschleiß auf den Festplatten auf.

## DWPD: Schätzung der Festplattenlebensdauer anhand des Werts *Average Daily Write*

Zur Berechnung der *geschätzten Lebensdauer* einer bestimmten Anzahl von Festplatten bei einem bestimmten *durchschnittlichen Schreibvolumen pro Tag* kehren Sie die Berechnung einfach um und nutzen den realisierten DWPD.

### Geschätzte Lebensdauer

Die meisten RAID-Sätze, insbesondere in Storage -Arrays, bestehen in der Minimalkonfiguration meist aus vier bis zwölf Festplatten. Dadurch ergibt die Berechnung der erwarteten Lebensdauer einer SSD -Gruppe häufig eine amüsant hohe Anzahl von Jahren, während der diese Festplatten angeblich genutzt werden können. In einem falsch oder unzureichend dimensionierten System jedoch lässt sich anhand dieser Schätzwerte erkennen, wie oft das System aktualisiert werden muss, um unerwartete Ausfallzeiten zu vermeiden.

Mithilfe unserer zwei Werte für den realisierten DWPD von der vorherigen Seite können Sie mit dieser Formel den Effekt jedes dieser Szenarios veranschaulichen.

$$\text{EstimatedLifeYrs} = \frac{\text{ManufacturerEstimate}}{\text{RealizedDWPD}}$$

#### Beispieldaten:

Vom Hersteller geschätzte Anzahl an Jahren: 5  
Realisierter DWPD-Wert: 0,27

$$18.5 \text{ Estimated Years} = \frac{5}{.27}$$

Vom Hersteller geschätzte Anzahl an Jahren: 5  
Realisierter DWPD-Wert: 1,67

$$2.9 \text{ Estimated Years} = \frac{5}{1.67}$$

### Zusammenfassung

Der IOPS-Wert ist aufgrund der allgemeinen Verfügbarkeit von SSDs mit kontinuierlich sinkenden Preisen und steigenden Kapazitäten derzeit eine gute Kenngröße für die Dimensionierung. Der größte Vorteil einer Migration zu SSDs ist jedoch, dass für alle Ihre Daten eine durchgehend höhere Servicestufe für alle Festplattenaktivitäten ermöglicht wird.

Es gab allerdings noch einige unbekannte Größen, die zögern ließen. Unternehmen waren sich bislang unsicher, welche Geschwindigkeiten und welche Lebensdauer bei ihren spezifischen Rechenlasten zu erwarten wären, und konnten die innovativen Technologien kaum beurteilen, die SSD -Hersteller nutzen, um die Kapazitätsgrenzen weiter und weiter zu dehnen.

DPACK kann die individuellen Parameter Ihrer Umgebung ermitteln. Anhand dieser Informationen können Sie die für Sie optimale Festplattenlebensdauer finden – unabhängig davon, wie speziell Ihre Rechenlast ist oder welche Festplatte Sie konkret verwenden.

An dieser Stelle möchten wir noch darauf hinweisen, dass in diesem Dokument ein durchschnittliches tägliches Schreibvolumen von 3,5 TB angenommen wird, was weit über den Anforderungen jedes durchschnittlichen Unternehmens in beinahe jeder Branche liegen dürfte. Wenn Ihr durchschnittliches tägliches Schreibvolumen also niedriger liegt, wird der zu erwartende Verschleiß niedriger ausfallen als die Schätzungen in diesem Dokument.

Legen Sie noch heute unter <https://DPACK2.Dell.com/register/DWPD> ein kostenloses Konto an!

*DPACK ist ein Anbieter- und plattformunabhängiger Standard zur Ermittlung der Leistungsdaten Ihrer Umgebung, der von Dell, Inc. DPACK is a vendor and platform agnostic standard method for getting the performance facts from your environment donated to the community by Dell, Inc.*

## Weitere Information zu DPACK

Das DPACK Team führt gerne Schulungen auf Team- oder regionaler Ebene mit Mitarbeitern, Partnern oder Kunden durch.

Sie finden unsere Kontaktinformationen rechts in der blauen Spalte.

Die DPACK Webseite finden Sie unter <https://DPACK2.Dell.com>.

Die DPACK Support-Webseite kann unter <https://DPACKSupport.dell.com> aufgerufen werden. Alternativ erreichen Sie uns per E-Mail an

[support@dpack.zendesk.com](mailto:support@dpack.zendesk.com).

Die DPACK Support-Webseite bietet auch eine umfangreiche Bibliothek zu anderen aussagekräftigen DPACK Werten und kann unter folgendem Link aufgerufen werden:

<https://dpacksupport.dell.com/forums>

## Kontakt

Das DPACK Team ist unter der folgenden Adresse erreichbar:

[DPACKsupport.dell.com](https://DPACKsupport.dell.com)

General Manager:  
Sam Kirchoff

NA:  
Scott DesBles  
Mike Bachman

EMEA:  
Uwe Wiest

LatAM:  
Alan Rabinovich

APJ:  
Mike Bachman

**DPACK: Know Your Load!**