



**Aufrechterhaltung
von um 33 °C
kühleren BS-SSD-
Temperaturen***

bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C



**Fortgesetzter Betrieb ohne Ausfall bei
Umgebungstemperaturen von 35 °C,**

bei denen der Supermicro
SYS-621C-TN12R-Server
ausfiel



**Beibehaltung von
um 34 °C kühleren
BS-SSD-
Temperaturen***

während eines Szenarios
mit einer HLK-Störung

* Durchschnittliche Temperaturen
während der 2-stündigen Workload
im Vergleich zu denen des Supermicro
SYS-621C-TN12R-Servers

Verbessern der Energieeffizienz im Rechenzentrum: zuverlässiges Überstehen höherer Temperaturen mit Dell PowerEdge HS5620-Servern

In Testszenarien mit hohen Temperaturen führte ein Dell PowerEdge HS5620-Server eine intensive Workload fortgesetzt ohne Komponentenwarnmeldungen oder -ausfälle aus, während ein Supermicro SYS-621C-TN12R-Server ausfiel.

Der Betrieb eines Rechenzentrums bei höheren Temperaturen kann Unternehmen dabei helfen, Kühlkosten und Strom zu sparen. ENERGY STAR® weist darauf hin, dass solche Maßnahmen finanziell vorteilhaft sein können: „Jeder Temperaturanstieg von 1 °F kann 4 % bis 5 % der Energiekosten einsparen.“¹ Ein Rechenzentrum kann jedoch nicht wärmer sein, als es die Hardware zulässt. Server, die höheren Alltagstemperaturen standhalten, können Unternehmen dabei unterstützen, Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Mit dem richtigen thermischen Design kann ein Server auch bei noch höheren Temperaturen weiterbetrieben werden, wenn unerwartete Umstände wie der Ausfall eines internen Lüfters oder Fehlfunktionen in der externen Umgebung eintreten.

Wir bei PT haben 2 cloudoptimierte 2-HE-Server getestet: den Dell™ PowerEdge™ HS5620 und den Supermicro® SYS-621C-TN12R. Um eine Umgebung zu schaffen, in der wir die Temperatur vollständig steuern und messen können, haben wir ein Gehäuse um ein vollständig bestücktes Serverrack herum konstruiert. Alle Server im Rack führten eine intensive synthetische Gleitkomma-Workload aus, die einer Inferenz-Workload für maschinelles Lernen ähnelte, die Prozessoren der Systeme belastete und Wärme in der Umgebung erzeugte.

Wir haben die internen Temperaturen der Dell und Supermicro-Server in 3 verschiedenen Testszenarien überwacht: Umgebungstemperaturen von 25 °C, ein Lüfterausfall und eine HLK-Störung im Rechenzentrum. Das Dell System bestand diese Tests ohne Warnmeldungen zu Komponentenüberhitzung oder Komponentenausfällen. Im Gegensatz dazu gab das Supermicro-System in allen Szenarien Warnmeldungen aus. Im 2. und 3. Szenario kam es zu Komponentenausfällen, die zu Systemausfällen führten, die manuelle Eingriffe erforderten. Der Dell PowerEdge HS5620 bietet überzeugende Vorteile beim Kühlungsdesign und meistert jede Herausforderung zuverlässig.

Testbeschreibung

Tabelle 1 enthält wichtige Konfigurationsinformationen für die beiden getesteten cloudoptimierten Server. Weitere Informationen finden Sie im *wissenschaftlichen Hintergrund des Berichts*.

Tabelle 1: Wichtige Konfigurationsdetails der getesteten Server

	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Prozessoren	2 Intel® Xeon® Gold 6444Y Prozessoren	2 Intel Xeon Gold 6444Y Prozessoren
Arbeitsspeicher	1.024 GB DDR5-RAM	1.024 GB DDR5-RAM
Netzwerkschnittstellenkarte (NIC)	Intel E810-XXV mit 2 25-GbE-Anschlüssen	Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S) mit 2 25-GbE-Anschlüssen
Storage	2 M.2-NVMe®-SSDs	2 M.2-NVMe-SSDs
Storage-Controller	Dell BOSS N1	Direct-Attached PCIe®-Storage
Stromversorgungseinheit (PSU)	2 Dell 05222NA00 mit 1.800 W	2 Supermicro HMC94MEBRA123N mit 1.200 W
Lüfter	5 Dell HPR Silver 1 Dell HPR Gold	3 mittlere Supermicro-Lüfter FAN-0206L4
Betriebssystem	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3

Wir haben den Dell Server mit einem Storage-Controller und 2 M.2-NVMe-Laufwerken konfiguriert, damit die Storage-Konfiguration mit der des Supermicro-Servers übereinstimmt. Die Dell Serverkonfiguration umfasste 5 Dell HPR Silver-Lüfter und 1 Dell HPR Gold-Lüfter. Der Supermicro-Server unterstützte 3 8-cm-Lüfter, die maximale Anzahl, die er zum Zeitpunkt des Tests aufnehmen konnte. Um das Performancemonitoring zu ermöglichen, haben wir die BIOS-Systemprofileinstellungen auf dem Dell Server auf „Performance Per Watt (OS)“ angepasst. Wir haben die Standard-BIOS-Konfiguration des Supermicro-Servers, „OS Controls EPB“, beibehalten, da wir mit dieser Einstellung die für unsere Tests erforderlichen Daten überwachen konnten.

Um eine Umgebung zu schaffen, in der wir die Temperatur steuern und messen können, haben wir ein angepasstes Gehäuse um ein vollständig bestücktes 42-HE-Serverrack herum konstruiert. Beim Test haben wir den Dell PowerEdge HS5620 und den Supermicro SYS-621C-TN12R an derselben Position in der Mitte des Racks platziert. Den Rest des 42-HE-Racks haben wir mit einem Top-of-Rack-Switch und verschiedenen 2-HE- und 1-HE-Servern sowie Blade-Servern und -Gehäusen konfiguriert, die beim Ausführen ihrer Workloads Wärme erzeugten. Wir haben das Basisbandmanagement und die Telemetrie auf Betriebssystemlevel für das Komponentenmonitoring mit den Drittanbieter tools Telegraf™ und Prometheus erfasst.

Wir haben die Server in 3 Arten von Szenarien getestet: typischer Betrieb bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C, Ausfall eines internen Lüfters (2-mal, wobei jeweils andere Lüfter deaktiviert wurden) und HLK-Störung mit Umgebungstemperaturen von bis zu 35 °C. In jedem dieser Szenarien haben wir das stress-ng-Tool verwendet, um die Gleitkommafähigkeiten der Prozessoren zu beanspruchen. Diese Art von Workload ist für Anwendungsfälle wie KI-Training und High-Performance-Computing (HPC) von entscheidender Bedeutung. Weitere Informationen finden Sie auf Seite 3. Die Server im Gehäuse starteten die Workload in 4 Wellen, wobei die von uns getesteten Systeme von Dell und Supermicro die Workload in der 4. Welle – 3 Minuten und 30 Sekunden nach den ersten Servern – starteten. Wir haben die Temperaturen und Hardwarestatistiken 15 Minuten vor dem Start einer Workload, während der gesamten 2-stündigen Workload und 15 Minuten nach Abschluss der Workload überwacht.

Weitere Informationen zu unseren Tests, Ergebnissen und Konfigurationen Sie im *wissenschaftlichen Hintergrund des Berichts*.

Übersicht über unsere Ergebnisse

Die Tabellen 2 und 3 geben Aufschluss darüber, wie die verschiedenen Komponenten der Server während der einzelnen Tests abschnitten. Wenn bei mindestens einem der aufgelisteten Komponententypen eine Warnmeldung oder ein Ausfall auftrat, ist dies unten vermerkt. Wie Tabelle 2 zeigt, blieben die Komponenten des Dell PowerEdge HS5620 in jeder Art von Szenario betriebsbereit, ohne dass Warnmeldungen angezeigt wurden. Dagegen kam es beim Supermicro SYS-621C-TN12R in jedem Szenario zu mindestens einer Warnmeldung – auch bei Umgebungstemperaturen von 25 °C – sowie zu einem Komponentenausfall im HLK-Störungsszenario und in beiden Lüfterausfallszenarien (Tabelle 3). Die im Test beobachteten BS-SSD-Ausfälle führten zu einem Systemausfall, wodurch das Supermicro-System unbrauchbar wurde und eine manuelle Intervention erforderlich war. Wir haben die thermischen Designs der Server analysiert und gehen auf den folgenden Seiten genauer auf diese Ergebnisse ein.

Tabelle 2: Übersicht über das Abschneiden der wichtigsten Komponenten des Dell PowerEdge HS5620-Servers in den Testszenarien

Dell PowerEdge HS5620				
Komponentenkategorie	Umgebungstemperaturen von 25 °C	Ausfall von Lüfter 2	Ausfall von Lüfter 3	HLK-Störung
CPU	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle
RAM	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle
NIC	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle
M.2-SSD	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle
Netzteil	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle

Tabelle 3: Übersicht über das Abschneiden der wichtigsten Komponenten des Supermicro SYS-621C-TN12R-Servers in den Testszenarien

Supermicro SYS-621C-TN12R				
Komponentenkategorie	Umgebungstemperaturen von 25 °C	Ausfall von Lüfter 1	Ausfall von Lüfter 3	HLK-Störung
CPU	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	▲ Warnung	▲ Warnung	▲ Warnung
RAM	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	▲ Warnung	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle
NIC	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	▲ Warnung	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	▲ Warnung
M.2-SSD	▲ Warnung	✗ Ausfall	▲ Warnung	✗ Ausfall
Netzteil	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle	✗ Ausfall	✓ Keine Warnmeldungen oder Ausfälle

Informationen zu der in unseren Tests verwendeten Workload

Wir haben das stress-ng-Tool verwendet, um eine Gleitkomma-Workload auf den von uns getesteten Systemen auszuführen. Gleitkommaberechnungen spielen eine entscheidende Rolle beim Managen mathematischer Berechnungen mit Zahlen, die Brüche enthalten. Sie sind besonders wichtig für wissenschaftliche und technische Workloads, die hochpräzise numerische Berechnungen erfordern, z. B. KI-Training, Algorithmen für maschinelles Lernen, wissenschaftliche Simulationen, Finanzmodellierung und CAD-Anwendungen (Computer Aided Design).

Analyse des Systemkühlungsdesigns: ein genauerer Blick auf die Vorteile des Dell PowerEdge HS5620

Die Analyse des thermischen Designs der Systeme ist entscheidend, um zu verstehen, wie sie sich in den einzelnen Testszenarien verhielten. Server verwenden verschiedene Designelemente, um die Systeme kühl zu halten, etwa das Design der Hauptplatine. Die Platzierung sensibler Komponenten auf der Hauptplatine kann dazu beitragen, diese Komponenten vor gegenseitiger Überhitzung zu schützen. Darüber hinaus sorgen Lüfter für eine optimale Luftzirkulation, während das Gehäusedesign ebenfalls dazu beiträgt, die Komponenten vor warmer Luft zu schützen. Im Folgenden werden diese Designelemente beim Dell PowerEdge HS5620- und beim Supermicro SYS-621C-TN12R-Server untersucht

Design der Hauptplatine

Das Layout der Hauptplatine des Supermicro-Systems war besonders problematisch in Bezug auf die Platzierung der M.2-NVMe-Module. So stieg beispielsweise im 2. und 3. Testszenario die Temperatur der SSD sogar im Leerlauf an, da sie sich im Luftstrom direkt hinter einem Prozessor unter Last befand. Darüber hinaus gab es auf der rechten Seite des Gehäuses keinen dedizierten Lüfter, der Luft zur Stromverteilereinheit (PDU) führte, das die beiden Netzteile mit dem Rest des Systems verband. Stattdessen verließ sich das Supermicro-System auf den Luftstrom von den Lüftern, die in die Netzteile auf der Rückseite des Gehäuses eingebaut waren. Zwar kam es nicht zu einem Ausfall dieser PDU, aber der BMC meldete einen PSU-Ausfall während des 2. Lüfterausfallszenarios, was den Nachteil dieses Designs demonstriert (weitere Informationen zu diesem Test finden Sie im *wissenschaftlichen Hintergrund des Berichts*). Siehe Abbildung 1.

Im Gegensatz dazu hat die Hauptplatine des Dell PowerEdge HS5620 ein komplizierteres Design. Prozessorkühlungsmodule verwenden Heatpipes auf den Kühlkörpern, um eine effektivere Kühlung zu ermöglichen. Die PDU ist in die Hauptplatine integriert, was für einen besseren Luftstrom über die Komponenten hinweg sorgt. In der von uns getesteten Konfiguration verfügte die PDU sowohl über einen Dell HPR Gold- als auch über einen Dell HPR Silver-Lüfter für die Kühlung der Komponenten. Wie Abbildung 2 zeigt, können Öffnungen im Kühlgehäuse des Dell Systems kühle Luft über die Komponenten strömen lassen, wodurch sich die Wärmeübertragung von einer Komponente zu einer anderen verringert.

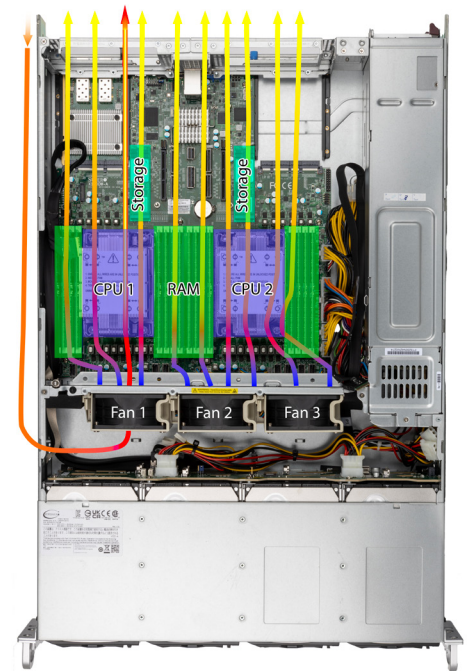


Abbildung 1: Hier ist das Layout der Hauptplatine des getesteten Supermicro SYS-621C-TN12 dargestellt. Wir haben Komponentenbeschriftungen und Pfeile hinzugefügt, die die Luftstromrichtung von den Lüftern anzeigen, kältere Luft ist blau und violett gekennzeichnet, heißere Luft rot, orange und gelb. Quelle: Principled Technologies.



Abbildung 2: Hier ist das Layout der Hauptplatine des getesteten Dell PowerEdge HS5620 dargestellt mit der unteren thermischen Schicht (links) und der oberen thermischen Schicht (rechts), die vom Gehäuse getrennt werden. Wir haben Komponentenbeschriftungen und Pfeile hinzugefügt, die die Luftstromrichtung von den Lüftern anzeigen, kältere Luft ist blau und violett gekennzeichnet, heißere Luft rot, orange und gelb. Quelle: Principled Technologies.

Lüfter

Die Lüfter eines Systems sind ein wichtiger Bestandteil des Kühlungsdesigns. Die von uns getestete Dell PowerEdge HS5620-Konfiguration umfasste 5 Dell HPR Silver-60-mm-Lüfter und 1 Dell HPR Gold-60-mm-Lüfter. Der von uns getestete Supermicro SYS-621C-TN12R nutzte 3 primäre 80-mm-Lüfter für die Kühlung. Bei beiden Servern verfügte jedes der Netzteile über einen zusätzlichen integrierten dedizierten Lüfter.

Kubikfuß pro Minute (CFM) ist ein Wert, der angibt, wie viel Luft ein Lüfter bewegen kann. Laut ihren Etiketten bieten die 6 Lüfter im Dell System jeweils 57,26 CFM (343,56 CFM insgesamt), während die 3 Lüfter im Supermicro-System jeweils 104,7 CFM² (314,10 CFM insgesamt) erreichen. Auch wenn diese Werte nahe beieinander liegen, ist der CFM-Wert bei einem Server nur ein Teil der Geschichte. Wir stellten in unseren Tests auch fest, dass die Lüfter des Supermicro SYS-621C-TN12R-Servers bei Spitzenlast mit etwa 13.500 U/Min. laufen. In unseren Tests drehten sich die Lüfter mit Doppelflügeln des Dell PowerEdge HS5620-Servers mit rund 20.000 U/Min. Durch diese Unterschiede in Geschwindigkeit und Design können die Lüfter des Dell Systems einen höheren statischen Druck erzeugen, was bedeutet, dass sie Luft mit größerer Kraft durch das System bewegen. Das heißt auch, dass sie dem Gegendruck im Warmgang entgegenwirken, was für eine effektive Kühlung entscheidend ist,³ da im Rechenzentrum Geräte mit stärkeren Lüftern diejenigen mit zu schwachen Lüftern überfordern können, was zu einer unzureichenden Kühlung führt.

Gehäusedesign

Das Supermicro SYS-621C-TN12R-Gehäuse verfügt über Lüftungsschlitze auf beiden Seiten zwischen den Lüftern und der Storage-Rückwandplatine, die im Dell Server nicht vorhanden sind. Theoretisch können diese Lüftungsschlitze in einer Open-Air-Serverumgebung ohne Schränke oder Warmgangisolierung einen zusätzlichen Luftstrom in das Gehäuse ermöglichen. In der Praxis bedingt das Design von Rechenzentrumsschränken jedoch, dass sich die Seiten eines Servergehäuses innerhalb derselben thermischen Zone wie der Warmgang befinden: Da Serverracks und -schränke einen freien Luftstrom um die Seiten der Server herum ermöglichen, sind diese Lüftungsschlitze nicht isoliert. Anstatt also heiße Luft auszustoßen oder kalte Luft anzusaugen, könnten die Lüftungsschlitze vorgewärmte Luft von der Rückseite des Serverstacks in das Gehäuse eindringen und durch die Komponenten zirkulieren lassen, wodurch ein Heizkreislauf entsteht. Siehe Abbildung 3.

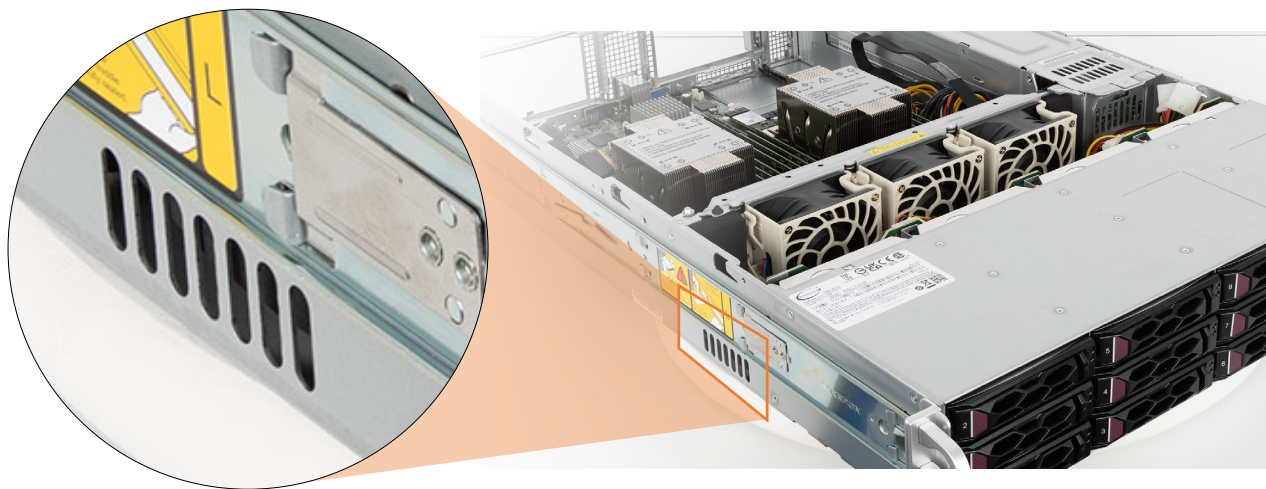


Abbildung 3: Lüftungsschlitze im Gehäuse des getesteten Supermicro SYS-621C-TN12, die möglicherweise vorgewärmte Luft aus dem Warmgang durch die Komponenten des Servers zirkulieren lassen Quelle: Principled Technologies.

Wichtige Erkenntnisse zum thermischen Design

Das Layout der Hauptplatine des **Dell PowerEdge HS5620**-Servers trug dazu bei, die Wärmeübertragung zwischen den Komponenten zu verringern. Das System verfügt über insgesamt 6 Lüfter, die sich jeweils mit 20.000 U/Min. drehen. Beim Layout der Hauptplatine des **Supermicro SYS-621C-TN12R**-Servers wurden sensible Komponenten nah beieinander platziert. Das System verfügt über insgesamt 3 Lüfter, die sich jeweils mit 13.500 U/Min. drehen. Darüber hinaus können Lüftungsschlitze an der Seite des Gehäuses erwärmte Luft aus dem Warmgang durch das System zirkulieren lassen.

Der Dell PowerEdge HS5620 lief kontinuierlich ohne auch nur eine Komponentenwarnmeldung, während der Supermicro SYS-621C-TN12R in 2 Szenarien ausfiel

Szenario 1: Umgebungstemperaturen von 25 °C

In unserem 1. Szenario wollten wir ermitteln, wie sich die Server bei typischen Temperaturen im Rechenzentrum verhalten. Die American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) empfiehlt, ein typisches Rechenzentrum bei Temperaturen zwischen 18 °C und 27 °C zu betreiben, wobei Temperaturen von bis zu 45 °C für bestimmte Geräteklassen akzeptabel sind.⁴ In diesem Szenario haben wir eine Umgebungstemperatur von 25 °C in der Testumgebung während der Ausführung der Workloads auf den Servern angestrebt.

Der Dell PowerEdge HS5620 wies in diesem Szenario keine Komponentenwarnmeldungen oder -ausfälle auf. Das Luftstromdesign sorgt dafür, dass die thermischen Bereiche isoliert sind, sodass sichere Betriebstemperaturen für alle Komponenten aufrechterhalten werden. Im Gegensatz dazu warnte der Baseboard Management Controller (BMC) des Supermicro-Systems nach 22 Minuten Testlaufzeit, dass die BS-SSD eine kritische Temperatur erreicht hat. 10 Minuten später wurde dann bestätigt, dass das Laufwerk einen nicht wiederherstellbaren Zustand erreicht hat, obwohl die SSD in diesem Szenario nicht ausfiel. Der Grund dafür ist, dass diese BMC-Warnmeldung die Komponente nicht nach einem Fehler abfragte, sondern lediglich darauf hinwies, dass das Laufwerk einen Schwellenwert überschritten hat, bei dem ein Ausfall unmittelbar bevorstehen könnte.

Während der 2-stündigen Workload erreichte die BS-SSD des Dell Servers eine durchschnittliche Temperatur von 43,9 °C, die SSD im Leerlauf durchschnittlich 45,5 °C. Die BS-SSD des Supermicro-Systems kam während des Tests auf eine durchschnittliche Temperatur von 77,5 °C und im Leerlauf auf 61,7 °C – Temperaturen, die um bis zu 33,6 °C höher waren als beim Dell System. Während die Temperaturen der Prozessoren des Dell Servers bei Ausführung der Workload bei durchschnittlich 73,7 °C und 70,7 °C lagen, erreichten die Prozessoren des Supermicro-Servers 77,9 °C und 71,1 °C.

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die SSD- und Prozessortemperaturen der beiden Systeme im Verlauf des 2-stündigen Tests. Abbildung 6 zeigt den Stromverbrauch der Server, wobei ein Anstieg des Stromverbrauchs den Auswirkungen der Workload auf die Systeme entspricht, einschließlich der Lüfter, die die Server kühlen.

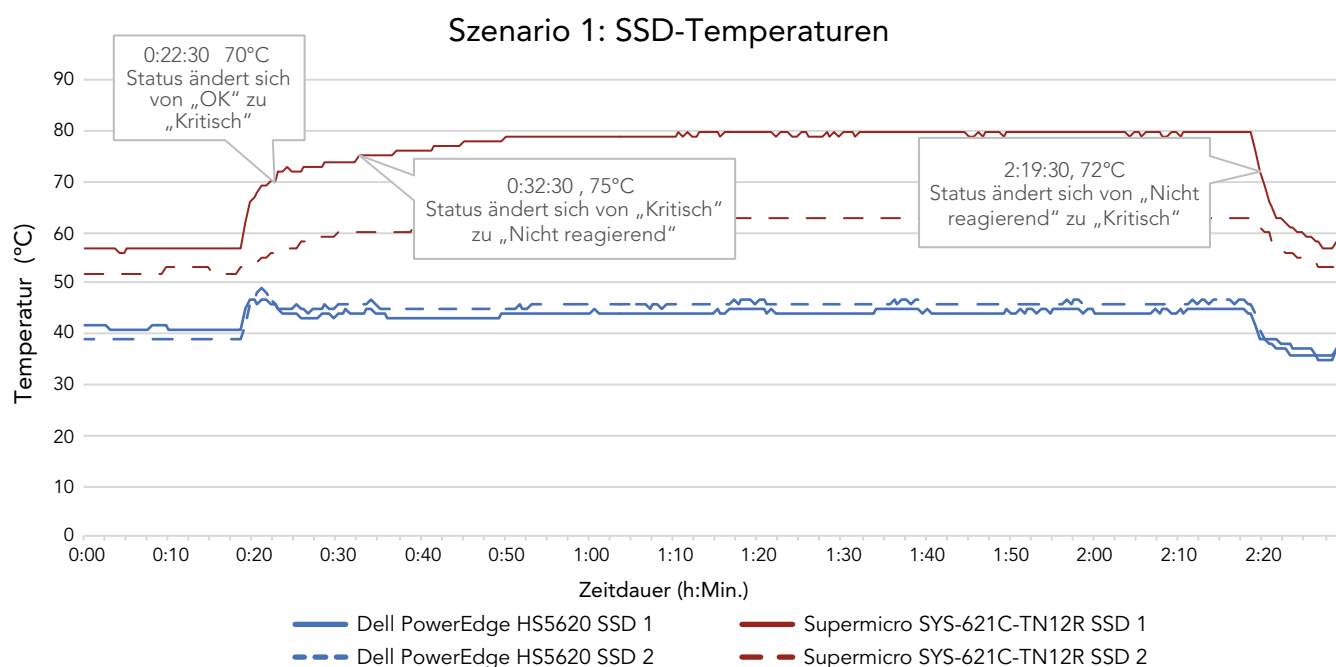


Abbildung 4: SSD-Temperaturen beim Dell PowerEdge HS5620 und Supermicro SYS-621C-TN12 während des 1. Szenarios, in dem die Server eine Gleitkomma-Workload bei Umgebungstemperaturen von 25 °C ausführten. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Auf SSD 1 wurde das BS ausgeführt, während SSD 2 im Leerlauf war. Niedrigere Temperaturen sind besser. Quelle: Principled Technologies.

Szenario 1: Prozessortemperaturen

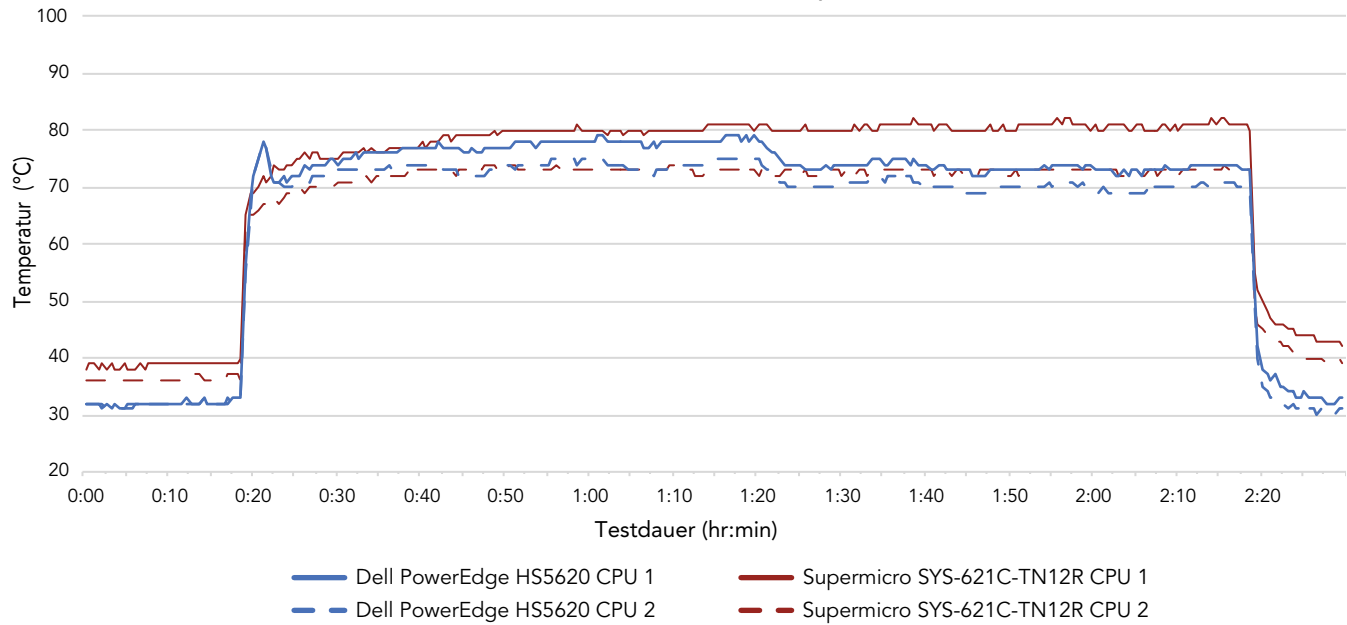


Abbildung 5: Prozessortemperaturen beim Dell PowerEdge HS5620 und Supermicro SYS-621C-TN12 während des 1. Szenarios, in dem die Server eine Gleitkomma-Workload bei Umgebungstemperaturen von 25 °C ausführten. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Niedrigere Temperaturen sind besser. Quelle: Principled Technologies.

Szenario 1: Stromverbrauch

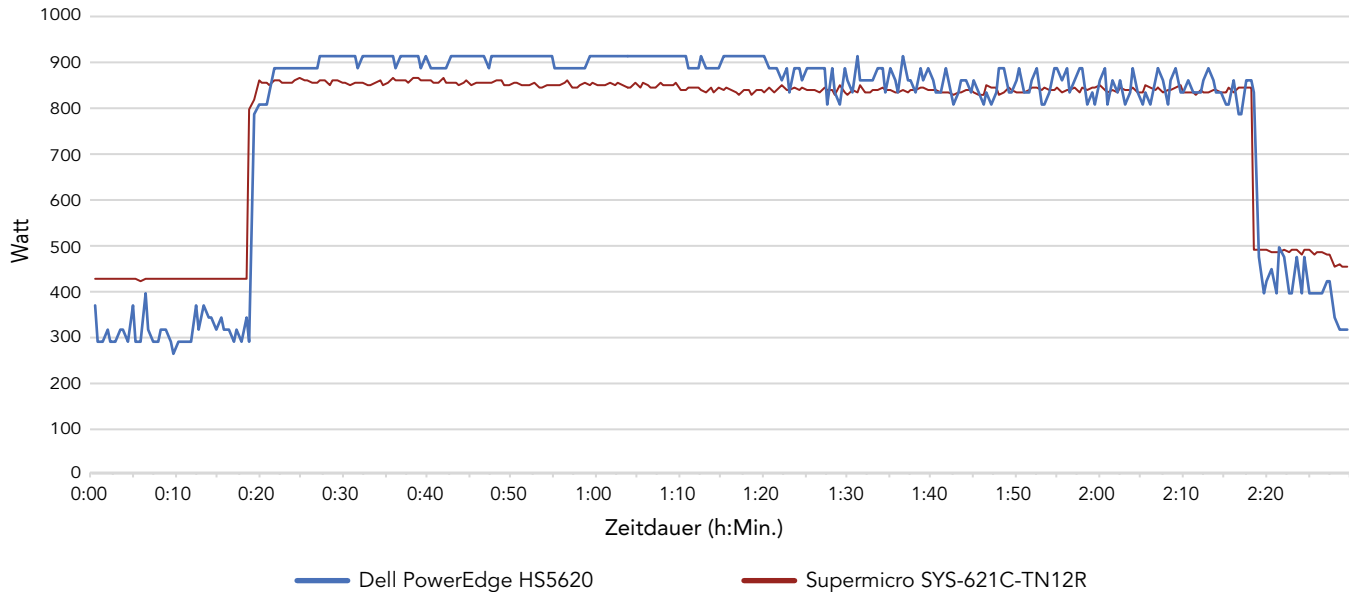


Abbildung 6: Stromverbrauch in Watt beim Dell PowerEdge HS5620 und Supermicro SYS-621C-TN12 während des 1. Szenarios, in dem die Server eine Gleitkomma-Workload bei Umgebungstemperaturen von 25 °C ausführten. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Quelle: Principled Technologies.

In diesem Szenario, das den täglichen Betrieb in einem Rechenzentrum bei 25 °C widerspiegelt, lief der Dell PowerEdge HS5620 problemlos, während der Supermicro SYS-621C-TN12R eine kritische Warnmeldung für sein BS-Laufwerk ausgab. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse dieses Testszenarios zusammengefasst.

Tabelle 4: Zusammenfassung unserer Ergebnisse im Verlauf des 1. 2-stündigen Tests, bei dem die Server eine Gleitkomma-Workload bei Umgebungstemperaturen von 25 °C ausführten

Szenario 1: Umgebungstemperaturen von 25 °C		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Ergebnis	✓ Kein Systemausfall	✓ Kein Systemausfall
Komponentenausfälle	–	–
Komponentenwarnmeldungen	–	BS-SSD
Durchschnittliche Temperatur der BS-SSD	43,9 °C	77,5 °C
Durchschnittliche Temperatur der SSD im Leerlauf	45,5 °C	61,7 °C
Durchschnittliche Temperaturen des Prozessors	73,7 °C	77,9 °C
	70,7 °C	71,1 °C

Szenario 2: Lüfterausfall

Auch wenn ein sorgfältiges Monitoring und eine regelmäßige Wartung die Lebensdauer eines Servers verlängern, können interne Komponenten unerwartet ausfallen. In unserem 2. Testszenario wollten wir herausfinden, wie sich der jeweilige Server bei einem Lüfterausfall verhalten würde.

In Bezug auf eine gleichwertige Luftstromabdeckung der Komponenten stellten wir fest, dass Lüfter 1 beim Supermicro-Server am ehesten Lüfter 2 beim Dell System entspricht. Wir haben diese Lüfter für unsere Tests manuell deaktiviert. Wir haben den Test erneut bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C durchgeführt und die Workload nach 15 Minuten Serverbetrieb im Leerlauf gestartet. Während des 2-stündigen Tests und 15 Minuten danach haben wir die Systeme auf Warnmeldungen und Ausfälle überwacht.

Beim Dell PowerEdge HS5620 gab es weder Komponentenausfälle noch Komponentenwarnmeldungen, während beim Supermicro SYS-621C-TN12R – mit nur 2 fehlerfreien Lüftern – hohe Temperaturen für die Prozessoren, den RAM und 2 NICs gemeldet wurden. **Das BS-Laufwerk des Supermicro-Systems fiel 1 Stunde und 49 Minuten nach Beginn des Tests aus, was zu einem Systemausfall führte. Nachdem die SSD abgekühlt war und das Betriebssystem wieder funktionierte, mussten wir den Server über den BMC neu starten.** Die Luftkanäle und Lüfter des Systems konnten Unzulänglichkeiten im Kühlungsdesign nicht kompensieren, etwa Luftstrommuster, die heiße Luft von den Prozessoren und dem Arbeitsspeicher über die SSDs leiteten. Im Gegensatz dazu trugen die größere Anzahl von Lüftern des Dell Systems – jeder dreht sich mit einer höheren Umdrehungsrate pro Minute (U/Min.) als die des Supermicro-Systems – und das Luftstromdesign dazu bei, dass die Systemkomponenten kühler und funktionsfähig blieben.

Auch hier stellten wir fest, dass das Dell System im Verlauf der 2-stündigen Workload im Durchschnitt niedrigere Temperaturen beibehielt. Die BS-SSD war mit durchschnittlich 54,2 °C um 28,0 °C kühler als die BS-SSD des Supermicro-Servers mit durchschnittlich 82,2 °C. Die SSD des Dell Systems im Leerlauf war mit durchschnittlich 47,0 °C um 21,5 °C kühler als die SSD des Supermicro-Servers im Leerlauf mit 68,5 °C. Die durchschnittlichen Prozessortemperaturen lagen beim Dell Server bei 56,9 °C und 44,3 °C, während die Temperaturen beim Supermicro-Server mit 98,6 °C und 72,8 °C viel höher waren – ein Temperaturunterschied von bis zu 54,3 °C. Wir beobachteten, dass die Managementsysteme des Dell Servers die Leistung anpassen, wenn die Temperaturen die Sicherheitsschwellenwerte überschreiten, basierend darauf, ob das System Ausfälle der Kühlhardware oder anormale Umgebungsbedingungen erkannte.

Die Abbildungen 7 und 8 zeigen die von uns erfassten SSD- und Prozessortemperaturmessungen. In Abbildung 9 wird der Stromverbrauch der Systeme bei der Ausführung der Workload verglichen, bei der unter Last interne Wärme erzeugt und der Verlust des Lüfters kompensiert wurde.

Szenario 2: SSD-Temperaturen

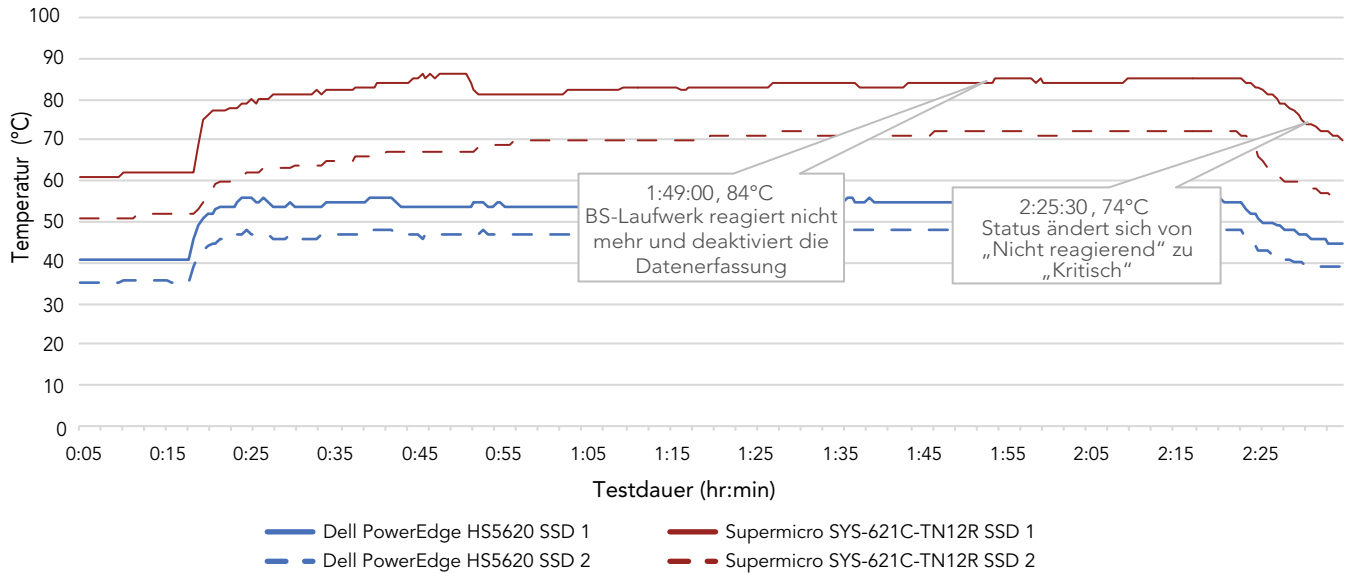


Abbildung 7: SSD-Temperaturen beim Dell PowerEdge HS5620 und Supermicro SYS-621C-TN12 während des 2. Szenarios, in dem die Server eine Gleitkomma-Workload mit 1 deaktivierten Lüfter auf jedem Server ausführten. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Auf SSD 1 wurde das BS ausgeführt, während SSD 2 im Leerlauf war. Niedrigere Temperaturen sind besser. Quelle: Principled Technologies.

Szenario 2: Prozessortemperaturen

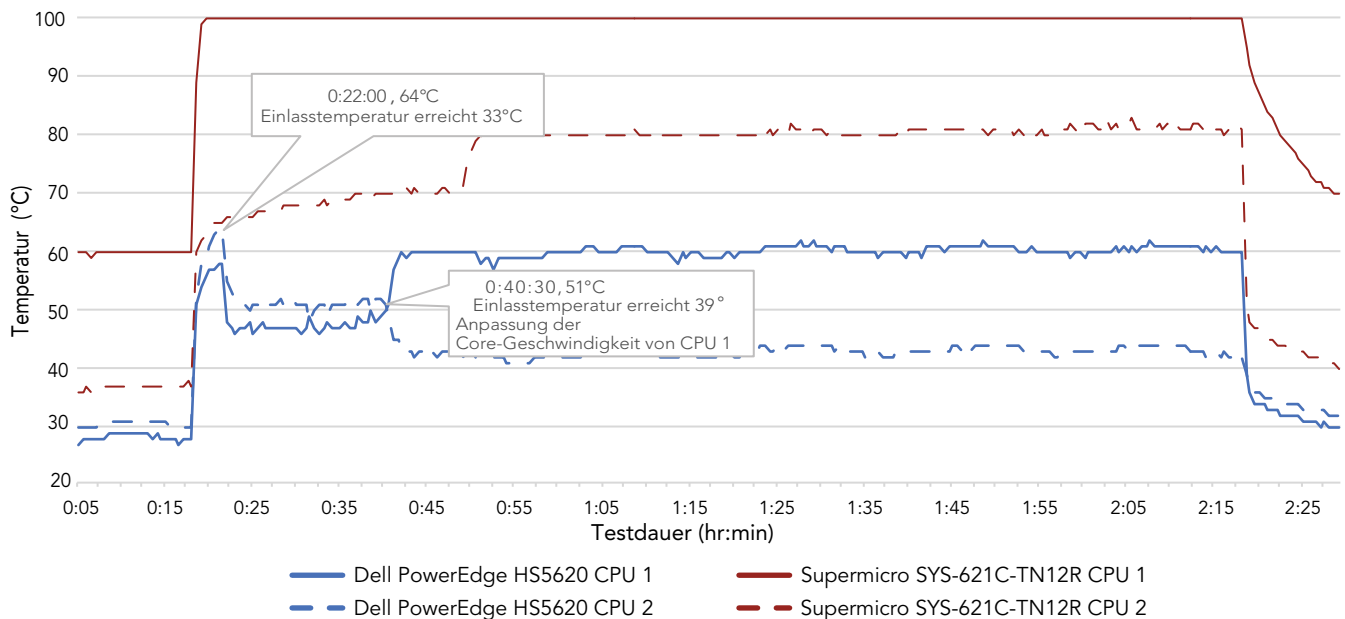


Abbildung 8: Prozessortemperaturen beim Dell PowerEdge HS5620 und Supermicro SYS-621C-TN12 während des 2. Szenarios, in dem die Server eine Gleitkomma-Workload mit 1 deaktivierten Lüfter auf jedem Server ausführten. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Niedrigere Temperaturen sind besser. Quelle: Principled Technologies.

Szenario 2: Stromverbrauch

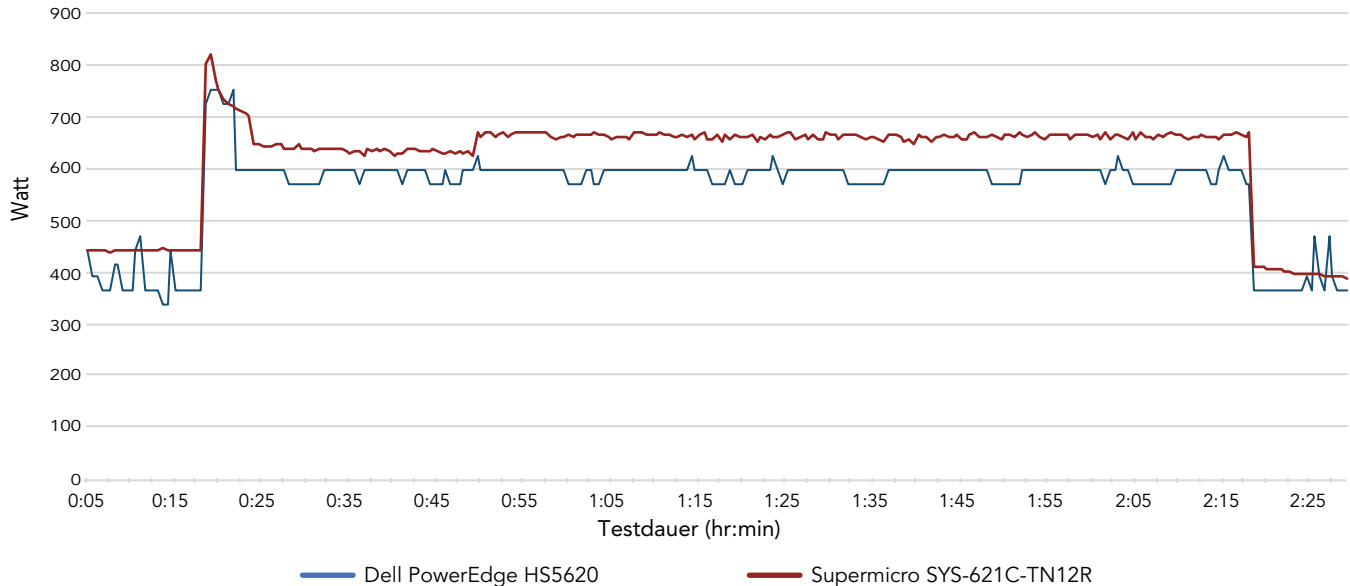


Abbildung 9: Stromverbrauch in Watt beim Dell PowerEdge HS5620 und Supermicro SYS-621C-TN12 während des 2. Szenarios, in dem die Server eine Gleitkomma-Workload mit 1 deaktivierten Lüfter auf jedem Server ausführten. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Quelle: Principled Technologies.

Ein Server, der auch nach dem Ausfall eines Lüfters in Betrieb bleiben kann, gibt einem Unternehmen Zeit, ein Notfallverfahren zu implementieren, während IT-AdministratorInnen das System warten. Wenn jedoch das BS-Laufwerk oder eine andere kritische Komponente eines Servers kurz nach dem Lüfter ausfällt, können wichtige Anwendungen unerwartet offline gehen, was zu Unterbrechungen für NutzerInnen führt. Wenn auf einen Ersatzlüfter gewartet werden muss, fällt der Server zudem möglicherweise noch länger aus. In Tabelle 5 sind unsere Ergebnisse dieses Testszenarios zusammengefasst.

Tabelle 5: Zusammenfassung unserer Ergebnisse im Verlauf des 2. 2-stündigen Tests, bei dem die Server eine Gleitkomma-Workload mit 1 deaktivierten Lüfter in jedem Server ausführten

Szenario 2: Lüfterausfall		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Ergebnis	✓ Kein Systemausfall	✗ Systemausfall
Komponentenausfälle	–	BS-SSD
Komponentenwarnmeldungen	–	1 SSD, 1 CPU, 1 Arbeitsspeichermodul, 2 NICs
Durchschnittliche Temperatur der BS-SSD	54,2 °C	82,2 °C
Durchschnittliche Temperatur der SSD im Leerlauf	47,0 °C	68,5 °C
Durchschnittliche Temperaturen des Prozessors	56,9 °C 44,3 °C	98,6 °C 72,8 °C

Wir haben auch ein 2. Lüfterausfallszenario durchgespielt, bei dem sich der Lüfter, den wir auf beiden Servern deaktiviert haben, an einer anderen Position befand. Bei diesem Szenario stellten wir fest, dass Lüfter 3 im Supermicro-System mit Lüfter 3 im Dell System vergleichbar ist. Beim Dell PowerEdge HS5620 gab es erneut keine Komponentenwarnmeldungen oder -ausfälle, während der Supermicro SYS-621C-TN12R Warnmeldungen für die Prozessoren und SSDs ausgab und eines der beiden Netzteile ausfiel. (Weitere Informationen zu diesem Test finden Sie im *wissenschaftlichen Hintergrund des Berichts*.)

Szenario 3: HLK-Störung

Unerwartete Ausfälle sind nicht auf interne Serverkomponenten beschränkt. Auch Fehler in einer Anlage können zu Überhitzung führen. Unser 3. Szenario spiegelt ein Rechenzentrum wider, dessen Kühlsystem nicht funktioniert.

Wir haben 15 Minuten lang überprüft, ob alle Komponenten der Server bei Umgebungstemperaturen von 25 °C online und fehlerfrei waren. Anschließend haben wir die Workload 15 Minuten lang ausgeführt, bevor wir alle Lüftungseinheiten in der Testumgebung abschalteten. Als die Umgebungstemperatur etwa 1 Stunde später 35 °C erreichte, haben wir die Lüftungseinheiten wieder eingeschaltet, um eine Situation widerzuspiegeln, in der ein Anlagenteam das HLK-System repariert. Wir haben den Kühlfortschritt der Server verfolgt, bis die Umgebungstemperatur wieder 25 °C betrug.

Laut Dokumentation kann der Dell PowerEdge HS5620 in der getesteten Konfiguration bei 30 °C betrieben werden.⁵ In diesem Szenario, in dem die Temperaturen auf 35 °C stiegen, arbeitete das System über seine Grenzen hinaus und gab weder Warnmeldungen auf Komponentenlevel aus noch kam es zu Ausfällen. Wir beobachteten, dass es die Geschwindigkeit des Prozessorkerns und den Stromverbrauch anpasst, um eine Überhitzung in Reaktion auf die Signale des Eingangssensors zu vermeiden (weitere Informationen finden Sie im [wissenschaftlichen Hintergrund des Berichts](#)). **Obwohl in der Dokumentation des Supermicro SYS-621C-TN12R angegeben ist, dass das System in Umgebungen mit einer Temperatur von 35 °C betrieben werden kann,⁶ kam es in diesem Szenario zu einem BS-SSD-Ausfall, der zu einem Systemausfall führte.** Die Telemetrie der BS-Anwendung wurde fast 1 Stunde nach Beginn des Tests beendet. Da das System nicht mehr auf SSH- und KVM-Befehle reagierte, haben wir es manuell mit dem BMC heruntergefahren. Bemerkenswert ist, dass das System selbst während dieser Ausfallzeit weiterhin mehr Strom verbrauchte als der Dell PowerEdge HS5620 (Abbildung 12). Das Supermicro-System gab in diesem Szenario auch Warnmeldungen zu hohen Temperaturen bei einer NIC und einem Prozessor aus.

Während der 2-stündigen Workload erreichte die Betriebssystem-SSD des Dell Systems eine durchschnittliche Temperatur von 48,0 °C und die SSD im Leerlauf durchschnittlich 49,2 °C. Im Vergleich zu den durchschnittlichen SSD-Temperaturen des Supermicro-Systems – 82,4 °C für das BS-Laufwerk und 66,4 °C für das Laufwerk im Leerlauf – hielt das Dell System seine SSDs bis zu 34,4 °C kühler.

Die Abbildungen 10 und 11 zeigen die SSD- und Prozessortemperaturen für die beiden Systeme während dieses Szenarios. In Abbildung 12 wird der Anstieg des Stromverbrauchs der Systeme während der Ausführung der Workload verglichen.

Szenario 3: SSD-Temperaturen

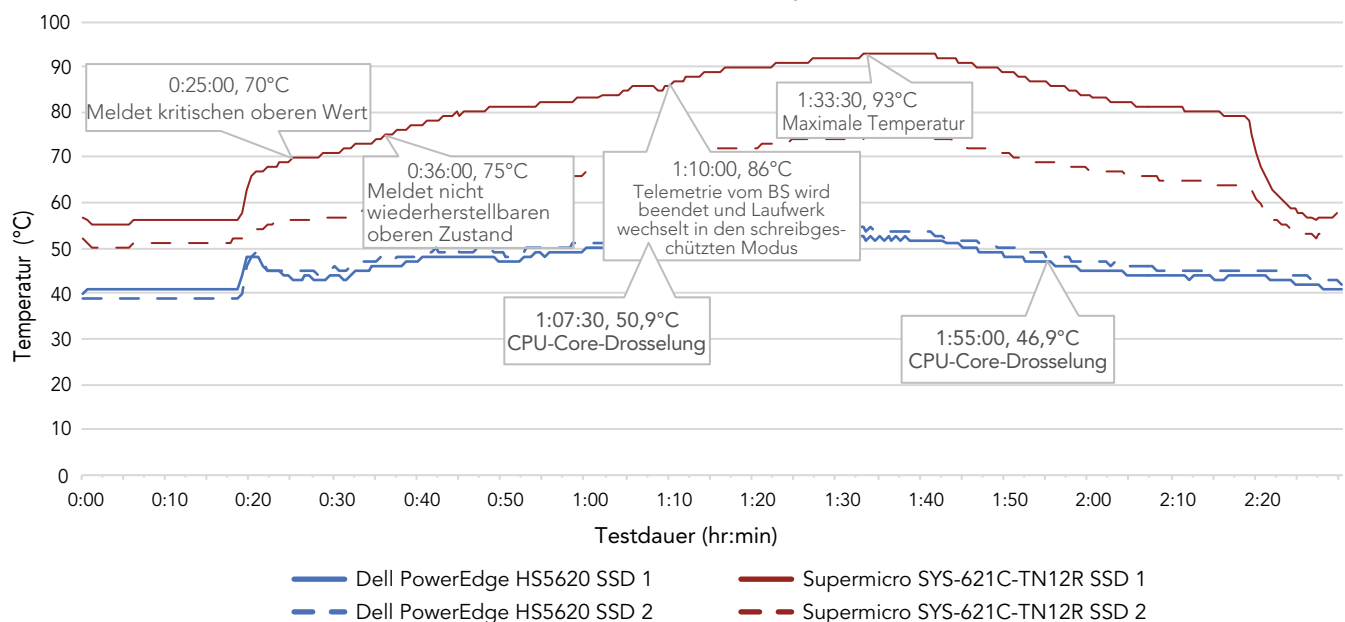


Abbildung 10: SSD-Temperaturen beim Dell PowerEdge HS5620 und Supermicro SYS-621C-TN12 während des 3. Szenarios, in dem die Server eine Gleitkomma-Workload ausführten, während die Umgebungstemperaturen von 25 °C auf 35 °C stiegen, um einen HLK-Ausfall zu simulieren. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Auf SSD 1 wurde das BS ausgeführt, während SSD 2 im Leerlauf war. Niedrigere Temperaturen sind besser. Quelle: Principled Technologies.

Szenario 3: Prozessortemperaturen

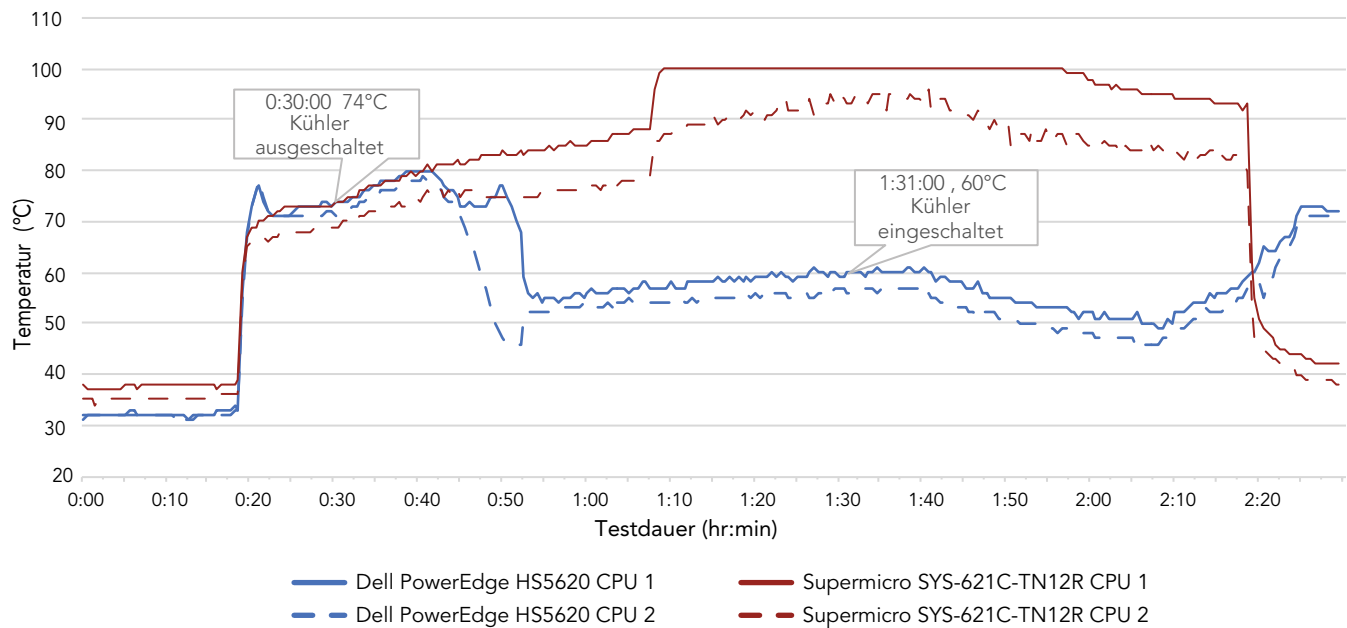


Abbildung 11: Prozessortemperaturen beim Dell PowerEdge HS5620 und Supermicro SYS-621C-TN12 während des 3. Szenarios, in dem die Server eine Gleitkomma-Workload ausführten, während die Umgebungstemperaturen von 25 °C auf 35 °C stiegen, um einen HLK-Ausfall zu simulieren. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Niedrigere Temperaturen sind besser. Quelle: Principled Technologies.

Szenario 3: Stromverbrauch

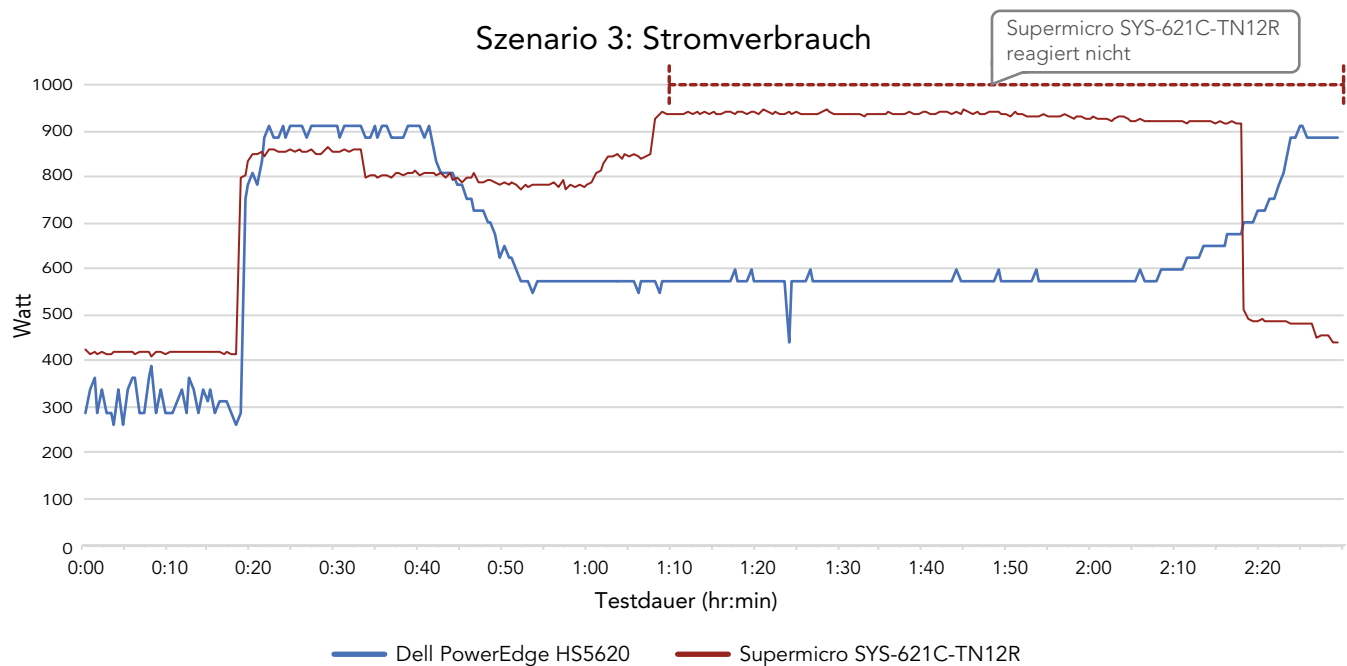


Abbildung 12: Stromverbrauch in Watt beim Dell PowerEdge HS5620 und Supermicro SYS-621C-TN12 während des 3. Szenarios, in dem die Server eine Gleitkomma-Workload ausführten, während die Umgebungstemperaturen von 25 °C auf 35 °C stiegen, um einen HLK-Ausfall zu simulieren. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Quelle: Principled Technologies.

In einer Situation, in der das HLK-System eines Rechenzentrums nicht ausreicht oder es ausfällt, kann ein Server, der weiterhin betrieben wird, Unterbrechungen für NutzerInnen und kritische Vorgänge minimieren. Eine solche Lösung kann außerdem Zeit und Aufwand für IT-AdministratorInnen sparen: Wenn ein Server aufgrund von Überhitzung Warnmeldungen ausgibt oder ausfällt, müssen AdministratorInnen zusätzliche Zeit damit verbringen, ihn zu prüfen und möglicherweise sogar manuell neu zu starten. In Tabelle 6 sind unsere Ergebnisse dieses Testszenarios zusammengefasst.

Tabelle 6: Zusammenfassung unserer Ergebnisse im Verlauf des 3. 2-stündigen Tests, bei dem die Server eine Gleitkomma-Workload ausführten, während die Umgebungstemperaturen von 25 °C auf 35 °C stiegen, um eine HLK-Störung zu simulieren

Szenario 3: HLK-Störung		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Ergebnis	✓ Kein Systemausfall	✗ Systemausfall
Komponentenausfälle	–	BS-SSD
Komponentenwarnmeldungen	–	2 SSDs, 1 CPU, 1 NIC
Durchschnittliche Temperatur der BS-SSD	48,0 °C	82,4 °C
Durchschnittliche Temperatur der SSD im Leerlauf	49,2 °C	66,4 °C
Durchschnittliche Temperaturen des Prozessors	60,5 °C 56,6 °C	89,0 °C 80,8 °C

Informationen zum Dell PowerEdge HS5620

Laut Dell wurde der PowerEdge HS5620 mit 2 HE und 2 Sockeln „speziell für die beliebtesten IT-Anwendungen von Cloud-Serviceanbietern entwickelt“.7 Mit bis zu 2 skalierbaren Intel® Xeon® Prozessoren der 5. Generation, bis zu 16 DDR5-RDIMMs mit bis zu 5.600 MT/s und einer Auswahl an Firmware-COMM-Karten und SSDs, die von Anbietern validiert wurden, bietet der PowerEdge HS5620 „maßgeschneiderte Performance, I/O-Flexibilität und Systemmanagement für offene Ökosysteme“.8 Weitere Informationen finden Sie unter <https://www.dell.com/en-us/shop/ipovw/poweredge-hs5620>.

Fazit: Der Dell PowerEdge HS5620 sorgt auch bei hohen Temperaturen für Ausfallsicherheit und damit für mehr Effizienz

Eine Erhöhung der Temperatur in Ihrem Rechenzentrum kann Ihrem Unternehmen helfen, Fortschritte bei Energieeffizienz und Kühlkosten zu erzielen. Mit Servern, die diesen höheren Alltagstemperaturen sowie hohen Temperaturen aufgrund unvorhergesehener Umstände standhalten, kann Ihr Unternehmen weiterhin die Leistung liefern, die Ihre Anwendungen und Kunden benötigen.

Bei der Ausführung einer intensiven Gleitkomma-Workload auf einem Dell PowerEdge HS5620 und einem Supermicro SYS-621C-TN12R in 3 Szenarien, in denen typische Vorgänge bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C, einem Lüfterausfall und einer HLK-Störung simuliert wurden, traten beim Dell Server keine Komponentenwarnmeldungen oder -ausfälle auf. Im Gegensatz dazu gab es beim Supermicro-Server in allen 3 Szenarien Warnmeldungen und bei den letzten beiden Tests Komponentenausfälle, die das System unbrauchbar machten. Bei der Prüfung und Analyse der einzelnen Systeme stellten wir fest, dass das Layout der Hauptplatine, die Lüfter und das Gehäuse des Dell PowerEdge HS5620-Servers Vorteile beim Kühlungsdesign bieten.

Für Unternehmen, die ihre Nachhaltigkeitsziele erreichen möchten, indem sie wärmere Rechenzentren betreiben, sowie für die, die sich Gedanken über das Design der Serverkühlung machen, ist der Dell PowerEdge HS5620 ein überzeugender Kandidat für höhere Temperaturen während des täglichen Betriebs und unerwarteter Fehlfunktionen.

-
1. ENERGY STAR, „5 Simple Ways to Avoid Energy Waste in Your Data Center“, abgerufen am 08. April 2024, https://www.energystar.gov/products/data_center_equipment/5-simple-ways-avoid-energy-waste-your-data-center.
 2. Supermicro, „Supermicro 80mm Hot-Swappable Middle Fan (FAN-0206L4)“, abgerufen am 09. April 2024, https://store.supermicro.com/us_en/80mm-fan-0206l4.html.
 3. Electronics Cooling, „The Hidden Risk of Invisible Airflow Imbalance in an Efficient Contained Data Center“, abgerufen am 04. April 2024, <https://www.electronics-cooling.com/2016/07/the-hidden-risk-of-invisible-airflow-imbalance-in-an-efficient-contained-data-center/>.
 4. ASHRAE TC9.9, „Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices“, abgerufen am 24. April 2024 https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/ashrae_tc0909_power_white_paper_22_june_2016_revised.pdf.
 5. Dell, „Dell PowerEdge HS5620 Technical Guide“, abgerufen am 08. Mai 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-technical-guide.pdf>.
 6. Supermicro, „CloudDC SuperServer SYS-621C-TN12R“, abgerufen am 26. April 2024, <https://www.supermicro.com/en/products/system/datasheet/sys-621c-tn12r>.
 7. Dell, „PowerEdge HS5620 – Datenblatt“, abgerufen am 01. April 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-spec-sheet.pdf>.
 8. Dell, „PowerEdge HS5620 – Datenblatt“.

Wissenschaftlicher Hintergrund des Berichts

In diesem Abschnitt finden Sie alle Ergebnisse unserer Tests. Außerdem beschreiben wir hier die Lösungen, die wir zum Testen verwendet haben, sowie unsere Testmethodik.

Der Praxistest wurde am 09. April 2024 abgeschlossen. Während des Tests haben wir die entsprechenden Hardware- und Softwarekonfigurationen ermittelt und Aktualisierungen übernommen, sobald sie verfügbar wurden. Die Ergebnisse in diesem Bericht basieren auf Konfigurationen, die wir bis einschließlich 11. März 2024 abgeschlossen haben. Diese Konfigurationen sind zwangsläufig nicht unbedingt die neuesten Versionen, die zum Veröffentlichungszeitpunkt dieses Berichts verfügbar sind.

Diagramme

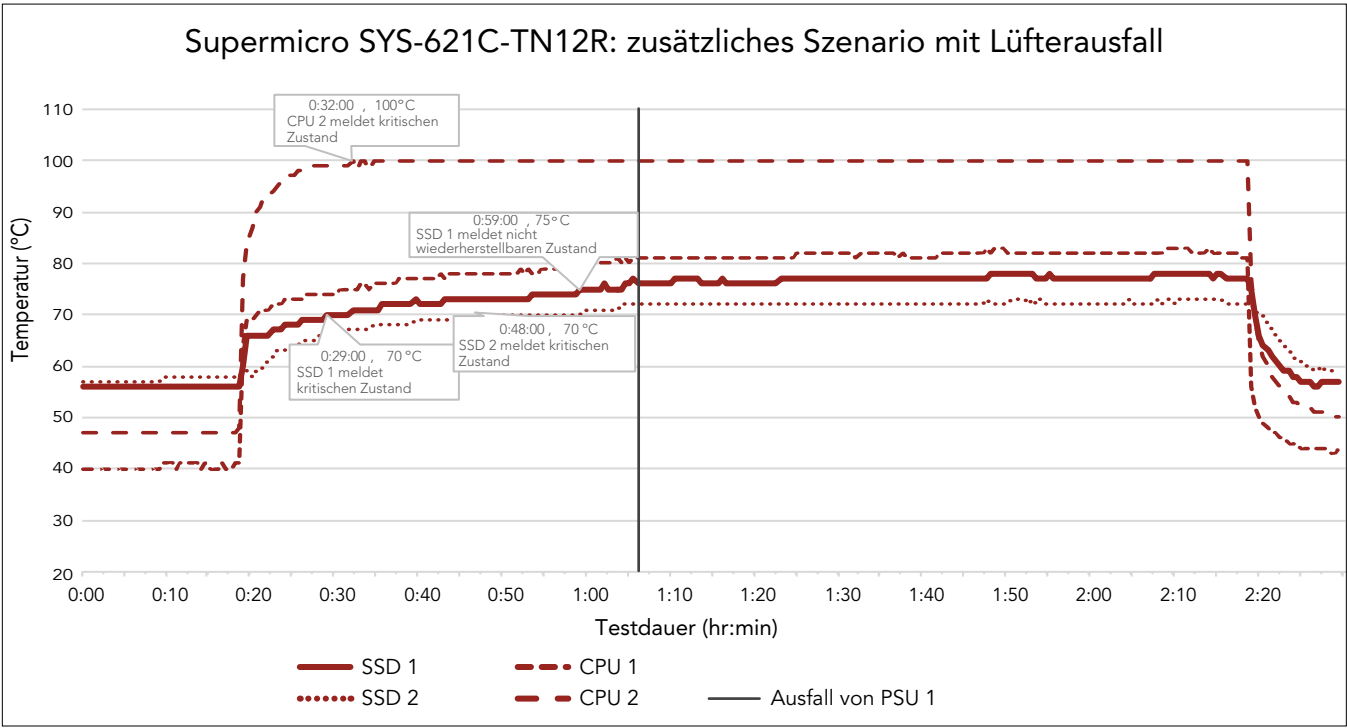


Abbildung 1: SSD- und Prozessortemperaturen beim Supermicro® SYS-621C-TN12 während eines zusätzlichen Lüfterausfallszenarios, in dem der Server eine Gleitkomma-Workload mit deaktiviertem Lüfter 3 ausführte. Die Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Auf SSD 1 wurde das BS ausgeführt, während SSD 2 im Leerlauf war. Quelle: Principled Technologies.

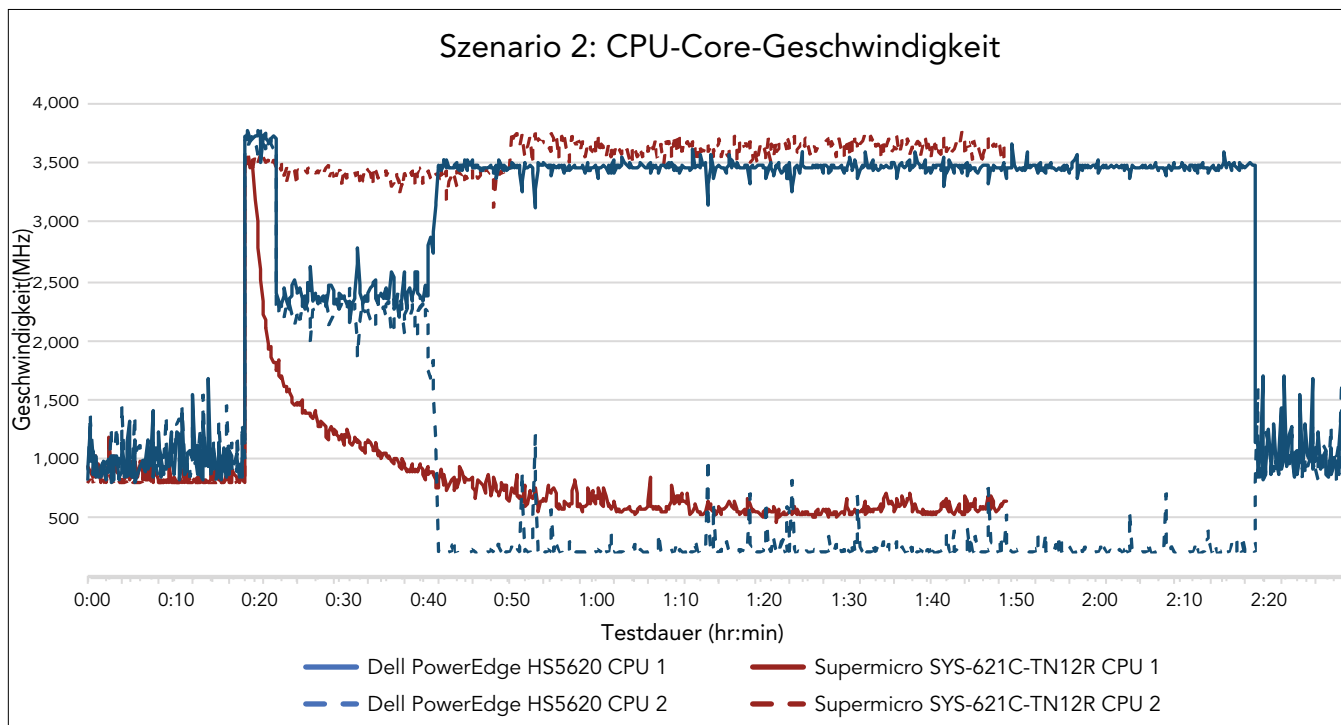


Abbildung 2: Prozessorkerngeschwindigkeiten des Dell™ PowerEdge™ HS5620 und des Supermicro SYS-621C-TN12 während des 1. Lüfterausfallszenarios. Die Gleitkomma-Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Quelle: Principled Technologies.

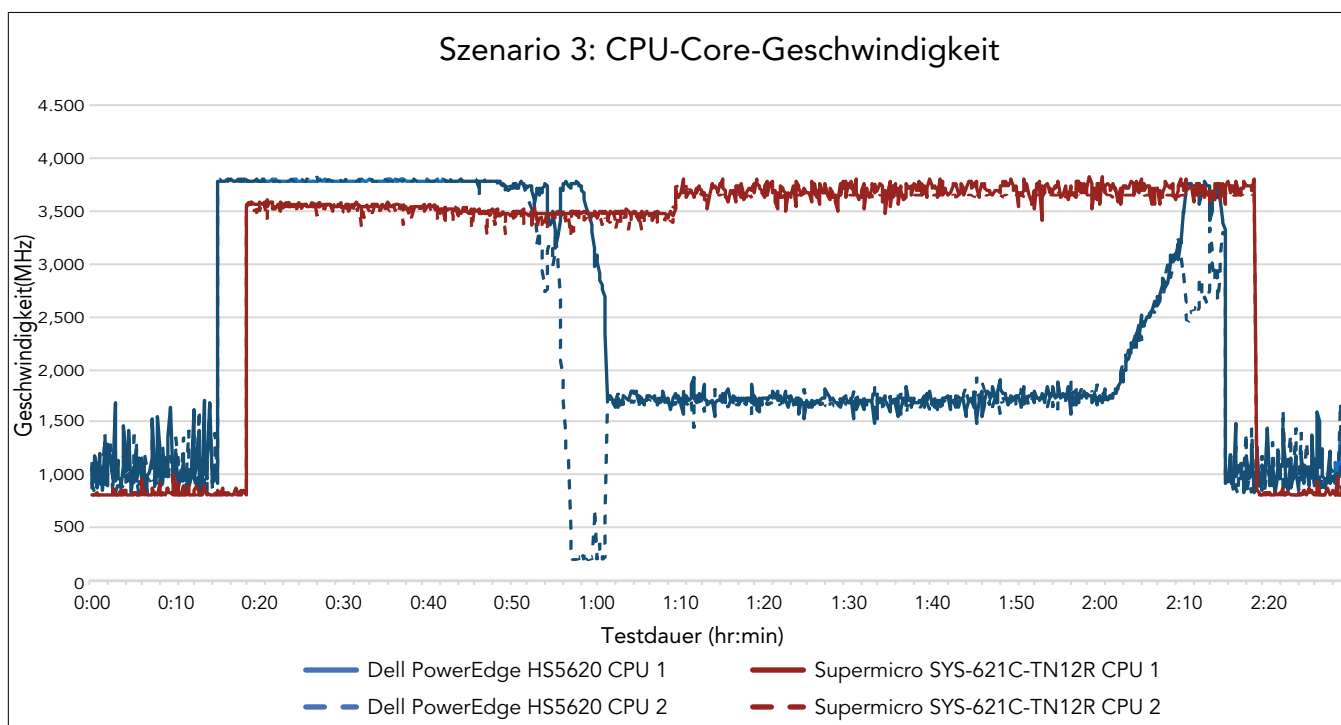


Abbildung 3: Prozessorkerngeschwindigkeiten des Dell PowerEdge HS5620 und des Supermicro SYS-621C-TN12 während des Szenarios mit einer HLK-Störung. Die Gleitkomma-Workload begann bei 0:15 und endete bei 2:15. Quelle: Principled Technologies.

Informationen zur Systemkonfiguration

Tabelle 1: Detaillierte Informationen zu den getesteten Systemen

Informationen zur Systemkonfiguration	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
BIOS-Name und -Version	Dell 2.1.3	Supermicro 2.1
Nicht standardmäßige BIOS-Einstellungen	Performance Per Watt (OS)	–
Name und Versions-/Build-Nummer des Betriebssystems	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3
Datum der zuletzt angewendeten Betriebssystemaktualisierungen/-patches	11.03.2024	28.01.2024
Energiemanagement-Policy	Performance Per Watt (OS)	Ausgeglichene Leistung
Prozessor		
Anzahl der Prozessoren	2	2
Hersteller und Modell	Intel® Xeon® Gold 6444Y	Intel Xeon Gold 6444Y
Anzahl der Cores (pro Prozessor)	16	16
Core-Frequenz (GHz)	3,60 (4,0 Turbo)	3,60 (4,0 Turbo)
Stepping	8	8
Arbeitsspeichermodul(e)		
Gesamtarbeitsspeicher im System (GB)	1.024	1.024
Anzahl der Arbeitsspeichermodule	16	16
Hersteller und Modell	Hynix® HMC94AEBRA109N	SK Hynix HMC94MEBRA123N
Größe (GB)	64	64
Type	DDR5-DIMM	DDR5
Geschwindigkeit (MHz)	4.800	4.800
Geschwindigkeit bei Ausführung im Server (MHz)	4.800	4.800
Storage-Controller (vorderer Storage)		
Hersteller und Modell	Dell HBA355i-Adapter	Supermicro MegaRAID AOC-S3916L-H16iR-32DD-P
Cachespeicher (GB)	0	8
Firmwareversion	24.15.14.00	5.240.02-3768
Treiberversion	–	52.24.0-4766
Storage-Controller (NVMe® M.2)		
Hersteller und Modell	Dell BOSS-N1 – monolithisch	–
Cachespeicher (GB)	0	–
Firmwareversion	2.1.13.2025	–
Lokaler Storage (BS)		
Anzahl der Laufwerke	2	2
Laufwerkanbieter und -modell	Dell NVMe PE8010 RI M.2 960 GB	Micron® 7450 MTFDKBA960TFR

Informationen zur Systemkonfiguration	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Laufwerksgröße (GB)	960	960
Informationen zum Laufwerk (Geschwindigkeit, Schnittstelle, Typ)	M.2-SSD mit 8 GT/s	PCIe®-M.2-NVMe
Lokaler Storage (Daten)		
Anzahl der Laufwerke	12	12
Laufwerkanbieter und -modell	HGST HUH721212AL5200	WDC WUH721814ALE6L4
Laufwerksgröße (GB)	120.000	1.400
Informationen zum Laufwerk (Geschwindigkeit, Schnittstelle, Typ)	3,5"-SAS-Festplatte mit 12 Gbit/s	3,5"-SATA-Festplatte mit 6 Gbit/s
Netzwerkadapter A		
Hersteller und Modell	4 Intel 25G 2P E810-XXV	3 Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S)
Anzahl und Typ der Anschlüsse	2 25 Gbit	2 25 Gbit
Treiberversion	22.5.7	4.20 (0x800177B4)
Netzwerkadapter B		
Hersteller und Modell	1 Broadcom® NetXtreme Gigabit Ethernet (BCM5720)	1 Intel E810-XXVAM2 (AOC-A25G-i2SM)
Anzahl und Typ der Anschlüsse	2 1 Gbit	2 25 Gbit
Treiberversion	22.71.3	4.30 (0x800177B4)
Kühlungslüfter		
Anzahl, Hersteller, Modell	1 Dell HPR Gold 5 Dell HPR Silver	3 mittlere Supermicro-Lüfter FAN-0206L4
Netzteile		
Hersteller und Modell	Dell 05222NA00	Supermicro PWS-1K23A-1R
Anzahl der Netzteile	2	2
Jeweilige Wattleistung (W)	1.800	1.200

Testbeschreibung

Um eine Umgebung zu schaffen, in der wir die Temperatur steuern und messen können, haben wir ein angepasstes Gehäuse um ein vollständig bestücktes 42-HE-Serverrack herum konstruiert. Wir haben sowohl die Dell als auch die Supermicro-Systeme an derselben Position im Rack getestet und interne Servertemperaturen in 3 Arten von Szenarien erfasst. Wir haben die stress-ng-Benchmark auf den Servern im Rack in 4 Wellen mit jeweils einem Abstand von 1 Minute und 10 Sekunden durchgeführt. Die von uns getesteten Systeme von Dell und Supermicro starteten die Workload in der 4. Welle, und zwar 3 Minuten und 30 Sekunden, nachdem die ersten Server mit der Workload begonnen hatten. Im Folgenden beschreiben wir die Schritte, die wir zum Einrichten und Ausführen der Tests unternommen haben.

Installieren und Konfigurieren von Ubuntu 22.04.3

1. Starten Sie vom Ubuntu-22.04.3-Datenträger.
2. Wählen Sie „Try or Install Ubuntu Server“ aus.
3. Behalten Sie im Menü „Language“ die Standardeinstellungen bei und wählen Sie „Done“ aus.
4. Wählen Sie „Update to the new installer“ aus.
5. Behalten Sie unter „Keyboard configuration“ die Standardeinstellungen bei und wählen Sie „Done“ aus.
6. Behalten Sie unter „Installation type“ die Standardeinstellungen bei und klicken Sie auf „Done“.
7. Behalten Sie im Menü „Network connections“ die Standardeinstellungen bei und wählen Sie „Done“ aus.
8. Behalten Sie auf dem Bildschirm „Configure proxy“ die Standardeinstellungen bei und wählen Sie „Done“ aus.
9. Warten Sie auf dem Bildschirm „Configure Ubuntu archive mirror“, bis der Test erfolgreich ist, und wählen Sie „Done“ aus.
10. Behalten Sie auf dem Bildschirm „Guided storage configuration“ die Standardeinstellungen bei und wählen Sie „Done“ aus.
11. Behalten Sie auf dem Bildschirm „Storage configuration summary“ die Standardeinstellungen bei und wählen Sie „Done“ aus.
12. Um die destruktive Aktion zu bestätigen, wählen Sie „Continue“ aus.
13. Geben Sie auf dem Bildschirm für die Profileinrichtung unter „Your name“ und „Username“ „ptuser“ ein. Geben Sie unter „Your servers name“ einen Namen ein und bestätigen Sie ein Kennwort.
14. Wählen Sie „Done“ aus.
15. Behalten Sie auf dem Bildschirm „Upgrade to Ubuntu Pro“ die Standardeinstellungen bei und wählen Sie „Continue“ aus.
16. Wählen Sie auf dem Bildschirm „SSH setup“ „Install OpenSSH server“ und dann „Done“ aus.
17. Behalten Sie auf dem Bildschirm „Featured server snaps“ die Standardeinstellungen bei und wählen Sie „Done“ aus.
18. Wenn die Installation abgeschlossen ist, wählen Sie „Reboot now“ aus.
19. Melden Sie sich mit den Zugangsdaten, die Sie oben erstellt haben, bei Ubuntu an.
20. Verarbeiten Sie die Updates:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

21. Installieren Sie CIFS-Dienstprogramme und ordnen Sie die PT-Freigabe zu:

```
sudo apt install cifs-utils
sudo mkdir /mnt/pt-data01
sudo mount -t cifs //10.41.1.21/pt /mnt/pt-data01/ -o „rw,user=<useraccount>,pass=<password>“
```

22. Konfigurieren Sie das Netzwerk:

```
sudo cp /etc/netplan/*.yaml /etc/netplan/00-installer-config.yaml.bak
sudo nano /etc/netplan/*.yaml
```

23. Identifizieren Sie den gewünschten Netzwerkkadapter und nehmen Sie die folgenden Anpassungen vor:

```
addresses:
- <IP_Address>/<CIDR>
routes:
- to: default
  via: <Default_Gateway>
nameservers:
  search: [<NameServer1>, <NameServer2>]
  addresses: [<DNS_IP1>, <DNS_IP2>, <DNS_IP3>]
```

24. Testen Sie die geänderte Datei und wenden Sie sie an:

```
sudo netplan try
sudo netplan apply
```

25. Legen Sie den Hostnamen fest:

```
sudo hostnamectl set-hostname <NewHostname>
```

26. Starten Sie den Host neu:

```
sudo shutdown -r now
```

Bereitstellen von sudo ohne Kennwort

Bereitstellen auf Client-Seite

1. Bearbeiten Sie die sudoers-Datei:

```
sudo visudo /etc/sudoers
```

2. Fügen Sie Folgendes ganz am Ende der Datei hinzu:

```
ptuser ALL=(ALL:ALL) NOPASSWD: ALL
```

Bereitstellen auf Controller-Seite

1. Erzeugen Sie das SSH-Schlüsselpaar:

```
ssh-keygen -t rsa -b 4096 -N "" -f „$HOME/.ssh/id_rsa.pub“
```

2. Kopieren Sie den öffentlichen SSH-Schlüssel auf jeden Remoteserver:

```
ssh-copy-id ptuser@<remote_server_IP>
```

Implementieren des TIG-P-Stacks für die Datenerfassung

Konfiguration von Docker

1. Melden Sie sich als „ptuser“ beim Protokollierungscomputer an.
2. Bereiten Sie die Docker-Installation vor:

```
sudo apt update
sudo apt install ca-certificates curl
sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
sudo curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg -o /etc/apt/keyrings/docker.asc
sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.asc
```

3. Fügen Sie das Repository zu den APT-Quellen hinzu und führen Sie die Installation aus:

```
echo \
  "deb [arch=$(dpkg --print-architecture) signed-by=/etc/apt/keyrings/docker.asc] https://download.
```

```
docker.com/linux/ubuntu \
$(. /etc/os-release && echo „$VERSION_CODENAME“) stable" | \
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null
sudo apt update
sudo apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker-buildx-plugin docker-compose-plugin
```

Konfigurieren des Huntabyte-TIG-Stacks

1. Klonen Sie das TIG-Stackrepository auf dem Protokollierungscomputer:

```
git clone https://github.com/huntabyte/tig-stack.git
```

2. Bearbeiten Sie die ENV-Datei für Ihre Bereitstellung:

```
sudo nano tig-stack/.env
```

3. Geben Sie für FluxDB den Nutzernamen, das Kennwort, das Unternehmen, den Bucket und die Aufbewahrungsfrist wie folgt ein:

```
DOCKER_INFLUXDB_INIT_USERNAME: admin
DOCKER_INFLUXDB_INIT_Password: <PasswordHere>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_ORG: PT
DOCKER_INFLUXDB_INIT_BUCKET: <BucketName>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_RETENTION: 52w
```

4. Erzeugen Sie mit dem folgenden Befehl eine zufällige 32-stellige Hexadezimalzeichenfolge und geben Sie das Ergebnis für das Administratortoken in die ENV-Datei ein:

```
openssl rand -hex 32
```

5. Speichern Sie die Konfiguration und beenden Sie den Vorgang.
6. Bearbeiten Sie telegraf.conf:

```
sudo nano tig-stack/telegraf/telegraf.conf
```

7. Legen Sie die folgenden Werte fest:

```
services:
  influxdb:
    image: influxdb
  telegraf:
    image: gibletron/telegraf-ipmitool
  grafana:
    image: grafana/grafana-oss
  links:
    - prometheus
```

8. Speichern Sie die Konfiguration und beenden Sie den Vorgang.
9. Starten Sie Docker Compose (headless/detached):

```
sudo docker-compose up -d
```

10. Führen Sie auf jedem zu überwachenden Server den folgenden Befehl aus:

```
sudo apt install telegraf
```

11. Um die InfluxDB-Managementschnittstelle zu öffnen, navigieren Sie zur IP-Adresse des InfluxDB-Hosts mit Port 8086.

12. Erstellen Sie nach Bedarf API-Token und stellen Sie sicher, dass Sie diese vor dem Schließen des Fensters notieren.
13. Klicken Sie unter „Load Data“ auf „API Tokens“ und dann auf „Generate API Token“.
14. Bearbeiten Sie auf jedem zu überwachenden Server die Datei „/etc/telegraf/telegraf.conf“ wie folgt:

```
[[outputs.influxdb_v2]]
  urls = [„<influxDB_IP>:8086“]
  token = „<API_token>“
  organization = „PT“
  bucket = „<bucket_name>“
```

15. Fügen Sie auf jedem zu testenden System Folgendes hinzu:

```
[[inputs.intel_powerstat]]
  cpu_metrics = [„cpu_frequency“]
```

16. Speichern Sie die Konfiguration und beenden Sie den Vorgang.
17. Starten Sie Telegraf neu:

```
sudo systemctl restart telegraf
```

Konfigurieren von Prometheus

1. Fügen Sie Folgendes zu „/home/ptuser/tig-stack/docker-compose.yml“ hinzu:

```
prometheus:
  image: prom/prometheus:latest
  volumes:
    - ${PROM_CFG_PATH}:/etc/prometheus/prometheus.yml
    - prom-storage:/prometheus
  ports:
    - 9090:9090
  volumes:
    prom-storage:
```

2. Speichern Sie die Konfiguration und beenden Sie den Vorgang.
3. Bearbeiten Sie die ENV-Datei und fügen Sie Folgendes hinzu:

```
PROM_CFG_PATH=./prometheus/prometheus.yml
```

4. Speichern Sie die Konfiguration und beenden Sie den Vorgang.
5. Führen Sie auf jedem zu überwachenden Server den folgenden Befehl aus:

```
sudo apt install dbus prometheus-node-exporter prometheus-node-exporter-collectors -y
```

6. Führen Sie auf jedem zu testenden System den folgenden Befehl aus:

```
sudo apt install prometheus -y
```

7. Um den Monitoringjob in Prometheus zu erstellen, fügen Sie Folgendes zu „/home/ptuser/tig-stack/prometheus/prometheus.yml“ hinzu:

```
- job_name: „<custom_name>“
  static_configs:
    - targets: [„<target_IP:9090>“]
```

8. Fügen Sie zusätzliche Jobs und/oder Ziele hinzu, indem Sie weitere Einträge ähnlich wie in Schritt 7 erstellen. Sie können andere Ziele für denselben Job als eine weitere Ziellinie hinzufügen.
9. Speichern Sie die Konfiguration und beenden Sie den Vorgang.

Testen mit Stress-ng

In jedem Testszenario haben wir die folgenden Schritte ausgeführt, um die stress-ng-Gleitkomma-Workload auszuführen.

1. Führen Sie auf jedem Server den folgenden Befehl aus:

```
sudo apt install stress-ng linux-tools-generic -y
```

2. Führen Sie auf jedem zu testenden Server die folgenden Befehle aus:

```
sudo modprobe rapl
sudo modprobe intel_rapl_common
sudo modprobe intel_rapl_msr
sudo modprobe msr
sudo modprobe intel-uncore-frequency
sudo setcap cap_sys_rawio,cap_dac_read_search,cap_sys_admin+ep /usr/bin/telegraf
sudo chmod -R a+rx /sys/devices/virtual/powercap/intel-rapl/
```

3. Navigieren Sie auf jedem zu testendem Server zu https://github.com/andikleen/pmu-tools/blob/master/event_download.py, laden Sie die Raw-Datei herunter und führen Sie sie aus:

```
sudo chmod +x event_download.py
./event_download.py
```

4. Installieren Sie PSSH auf dem Controller:

```
sudo apt install pssh -y
```

5. Erstellen Sie auf dem Controller Dateien, die während der Ausführung von stress-ng verwendet werden sollen:

```
sudo touch ~/.pssh_hosts_file
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave1
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave2
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave3
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave4
```

6. Bearbeiten Sie die Datei „~/.pssh_hosts_file“ und geben Sie alle Server-IP-Adressen in jeweils einer Zeile ein.
7. Bearbeiten Sie die Dateien „~/.pssh_hosts_file_wave1“ bis „~/.pssh_hosts_file_wave4“ und geben Sie entsprechend ein Viertel der IP-Adressen in jede Datei ein.
8. Testen Sie, ob alle Server online sind und auf Remotebefehle reagieren:

```
sudo pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file uptime
```

9. Erstellen Sie auf dem Controller einen Protokollordner für den stress-ng-Test:

```
sudo mkdir /var/log/stress-ng
sudo chmod 777 /var/log/stress-ng
```

10. Führen Sie einen Test mit den folgenden Befehlen aus, indem Sie „wave1“ mit der Nummer der jeweiligen Welle bearbeiten.

```
pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file_wave1 sudo stress-ng --cpu 4 --matrix 0 --cpu-method matrixprod --mq 4 --hdd 6
--tz --metrics --perf --times --aggressive -t 2h --log-file /var/log/stress-ng/$(date +%Y%m%d_%H%M%S').log
```

► Lesen Sie die Originalversion dieses Berichts in englischer Sprache unter <https://facts.pt/gPS09my>.

Dieses Projekt wurde in Auftrag gegeben von Dell Technologies.



Facts matter.®

Principled Technologies ist eine eingetragene Marke von Principled Technologies, Inc. Alle anderen Produktnamen sind Marken der jeweiligen Inhaber.

GEWÄHRLEISTUNGSAUSSCHLUSS, HAFTUNGSEINSCHRÄNKUNG:

Principled Technologies, Inc. hat angemessene Anstrengungen unternommen, die Genauigkeit und Richtigkeit der Tests sicherzustellen. Principled Technologies, Inc. schließt jedoch jegliche ausdrückliche und implizite Gewährleistung aus, die sich auf die Testergebnisse und Analysen, deren Genauigkeit, Vollständigkeit oder Qualität bezieht, einschließlich jeglichen impliziten Eignungsversprechens für einen bestimmten Zweck. Alle natürlichen oder juristischen Personen, die sich auf die Ergebnisse der Tests verlassen, tun dies auf eigenes Risiko und stimmen zu, dass Principled Technologies, Inc., seine Mitarbeiter und Auftragsnehmer keinerlei Haftung für Verlust oder Beschädigung jeglicher Art aufgrund vermeintlicher Fehler oder Mängel in einem Testverfahren oder Testergebnis übernehmen.

In keinem Fall haftet Principled Technologies, Inc. für indirekte, spezielle, zufällige oder Folgeschäden in Verbindung mit den Tests, auch wenn das Unternehmen auf die Möglichkeit solcher Schäden hingewiesen wurde. In keinem Fall geht die Haftung von Principled Technologies, Inc. über den in Verbindung mit den Tests von Principled Technologies, Inc. gezahlten Betrag hinaus. Dies gilt auch für direkte Schäden. Die alleinigen und ausschließlichen Rechtsmittel, die dem Kunden zur Verfügung stehen, sind die in diesem Dokument beschriebenen Rechtsmittel.