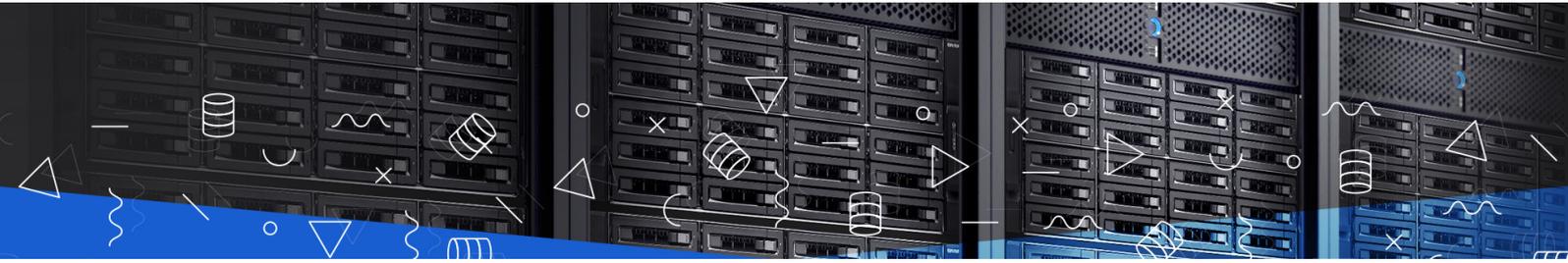


Datenmanagement

# Welche Vorteile das Filesystem ZFS bietet



Datenmanagement

# Welche Vorteile das Filesystem ZFS bietet

**Daten gelten als wichtigster Produktionsfaktor digitaler Geschäftsmodelle, deshalb ist ihre sichere Aufbewahrung wichtig. ZFS bietet alle Funktionen, um die Speicherung und Analyse von Daten auch in sehr anspruchsvollen Umgebungen sicher und einfach zu gestalten.**

Laut IDC wachsen unstrukturierte Daten jährlich um 60 Prozent. 2025 werden sie, so das Marktforschungsunternehmen, 80 bis 90 Prozent aller gespeicherten Daten ausmachen<sup>1</sup>. Im Gegensatz zu Informationen in Datenbanken können sie alle möglichen Formate annehmen: Videos, Bilder, Audiofiles, Texte, Messwertreihen. Gleichzeitig wächst die Bedeutung der Datenanalyse. Gerade in den Unmengen unstrukturierter Informationen

vermuten viele Unternehmen neue Einsichten und Baustoffe für neue Geschäftsmodelle, die auf Daten basieren<sup>2</sup>. Doch diese setzen voraus, dass der Rohstoff „Daten“ jederzeit sicher und zuverlässig zur Verfügung steht. Files müssen schnell und mit hoher Performance verarbeitet, vor unerlaubten Veränderungen geschützt und analytischer Software zugänglich gemacht werden.

## Was ein leistungsfähiges Filesystem wie ext4 ausmacht

Außerdem sind Filesysteme erforderlich, die mit den enormen Datenmengen klarkommen. Sie müssen zu SSD-Medien, traditionellen Festplatten sowie möglichst weiteren Speichermedien kompatibel und hochskalierbar sein, um sich beispielsweise in hochperformante Analytik-Umgebungen einzufügen. Doch welche Filesysteme empfehlen sich für ein solches Umfeld?

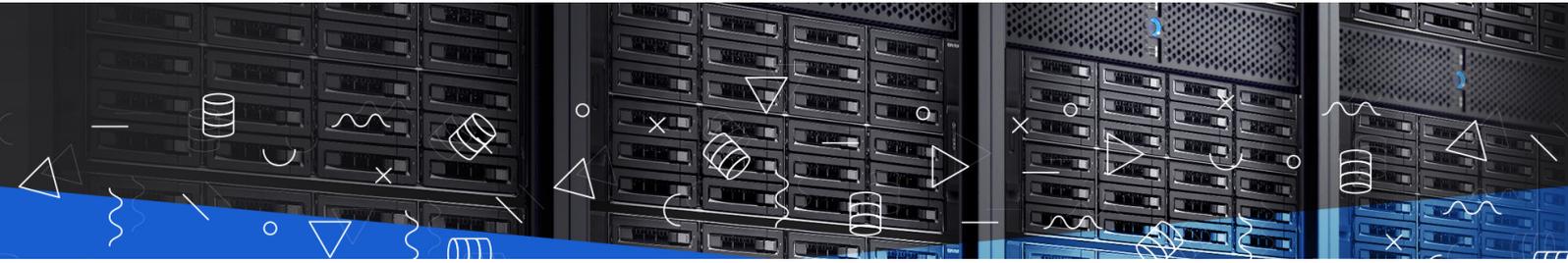
Da viele professionelle IT-Umgebungen heute unter dem freien Betriebssystem Linux und

seinen Derivaten laufen, konnte sich auch das dazugehörige Filesystem ext4 verbreiten. Das extended filesystem 4 (ext4) hat den Vorteil, direkt zu Linux zu gehören. Für das Filesystem liefert Linux seit Version 2.6.28 native Treiber mit.

An sich ist ext4 recht leistungsfähig: Es benutzt 48-Bit-Blocknummern bei vier KByte Blockgröße und fasst bis zu einem Exbibyte (EiB), was 1.024 Pebibyte (PiB) entspricht. 64.000 Unterverzeichnisse sind möglich, eine

<sup>1</sup> <https://www.storage-insider.de/wie-cold-storage-das-neue-datenzeitalter-praegt-a-1114011/>

<sup>2</sup> Vgl. z. B. <https://www.scs.fraunhofer.de/de/forschungsfelder/datengetriebene-geschaeftsmodelle.html>



Datei darf maximal 16 TByte groß sein. Bei großen Dateien werden mehrere Speichereinheiten zu einem Block verbunden, der dann gemeinsam über ein sogenanntes Extent adressiert wird. So muss bei diesen Dateien nur die Nummer des ersten Blocks und die Zahl der Blocks gespeichert werden, um sie abzurufen. Das erhöht die Performance.

## Wenn es um Sicherheit geht

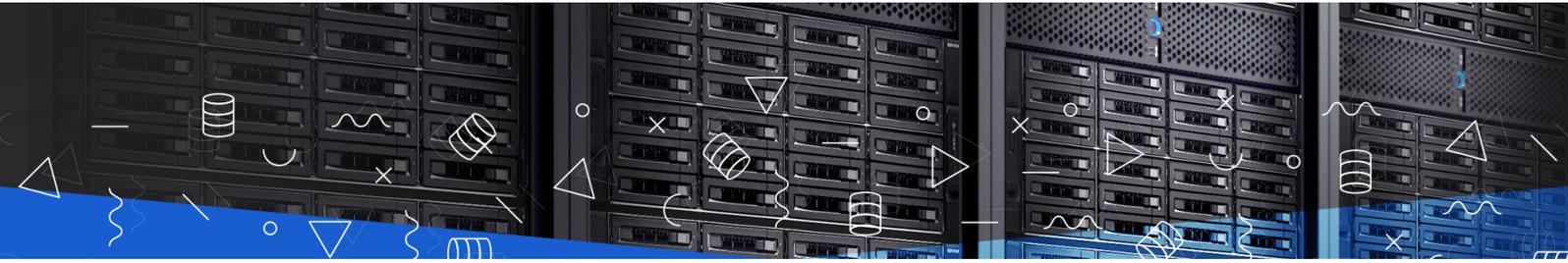
Beim Thema Sicherheit setzt ext4 klare Grenzen, die man kennen muss: So bleiben Dateiattribute wie Datum und Größe unverschlüsselt, und das Root-Verzeichnis darf nicht verschlüsselt werden. Außerdem gelingt es nicht, unverschlüsselte Dateien nachträglich zu verschlüsseln. Man muss sie dafür erst umständlich in einen verschlüsselten Ordner kopieren, was bei großen Datenmengen ärgerlich viel Zeit kostet.

Ein weiterer Aspekt in puncto Sicherheit ist die zeitverzögerte Allokation von Dateiblocken und Inodes. Letztere beinhalten die Metadaten von Files und ihre Position im Dateisystem. Bei Abstürzen oder Stromausfall bedeutet das ein erhöhtes Risiko für Datenverluste. Hinzu kommt erschwerend, dass ext4 nicht über RAID-Funktionen verfügt (RAID steht für Redundant Array of Independent Discs). Es fehlt dem Dateisystem also ein integrierter Schutz gegen den Ausfall einzelner Platten in einem Array.

Das extended filesystem 4 bietet auch Journaling mit Prüfsummen. Ab Kernelversion 4.1 kann ext4 die Daten verschlüsseln, ab Kernelversion 4.6 sogar mit einer eigenen Bibliothek (fscrypt) sowie passender Referenzimplementierung. Die Verschlüsselung ist transparent, auf das Dateisystem wird also keine neue Softwareschicht gesetzt.

Auch die Dateigröße von 16 TByte dürfte manchen Anwendern und Anwenderinnen ein Dorn im Auge sein – gerade solchen, die audiovisuelle Daten verwenden, die beispielsweise aus Überwachungskameras stammen. Denn der Trend geht zu immer höheren Auflösungen, was auch die Datenmenge exponentiell erhöht. Besonders gravierend angesichts des Datenwachstums: Das Dateisystem ext4 kennt derzeit keine Möglichkeiten zur Datenreduktion. Weder Deduplizierung noch Defragmentierung oder Kompression sind aktuell implementiert. Dies spielt aber aufgrund der großen Datenmengen insbesondere bei unstrukturierten Daten eine sehr wichtige Rolle.

**Kurz:** ext4 bietet zwar einiges, doch viele Umgebungen brauchen heute eine größere Leistungsfähigkeit und höhere Speichereffektivität. Zudem erwarten User und Userinnen Mechanismen zur Kostenreduktion, einen Zuschnitt auf SSD-Speichermedien und die Sicherheit der Daten vor allen möglichen Beeinträchtigungen. Hier kann ext4 nicht punkten.



## Warum ZFS als optimale Alternative gilt

Für sein neues Betriebssystem QuTS Hero benutzt QNAP deshalb das extrem leistungsfähige Filesystem ZFS als Basis. Das transaktionsorientierte ZFS wurde vom Workstation-Hersteller Sun Microsystems speziell für Server, Datenzentren und Hochleistungsumgebungen entwickelt. Zu seinen wichtigsten Merkmalen zählen hohe Sicherheit, die Fähigkeit zum Umgang mit sehr großen Dateien, einfache Verwaltung, RAID-Funktionen, ein professionelles Volume-Management und mehr Schutzfunktionen gegen Fehler bei der Dateiübertragung.

ZFS verwendet 128-Bit-Datenworte, mehrere physische Partitionen lassen sich ohne zusätzliche Software gemeinsam verwalten. Dabei fasst ZFS mehrere physische Datenträger zu Pools zusammen, die mittels der in dem Dateisystem integrierten RAID-Funktionen ausfallsicher gemacht werden können. Der gegebenenfalls RAID-gesicherte Pool wird anschließend in logische Partitionen unterteilt, auf Wunsch mit Größenlimitierungen. Dabei braucht man für den Aufbau eines Pools nur zwei Befehle, der Rest erfolgt automatisch.

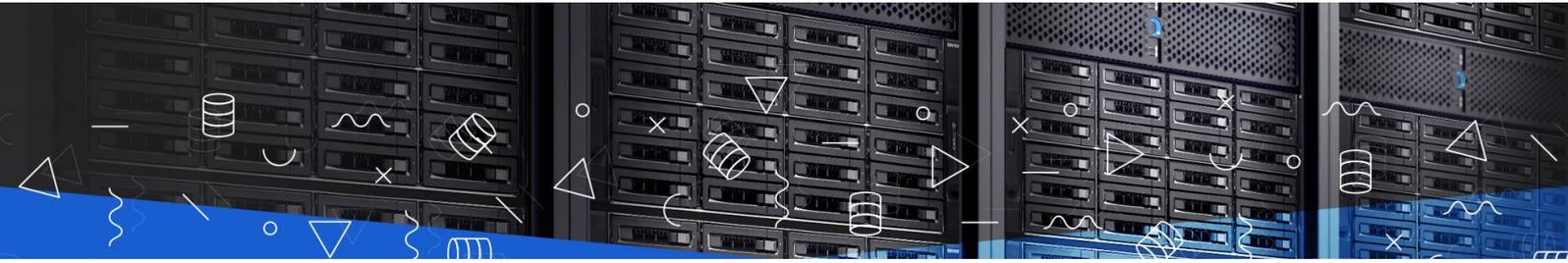
## Wie der hocheffiziente Umgang mit Daten gelingt

Von höchster Bedeutung für einen effizienten Speicherbetrieb in einer datenreichen Umgebung sind die Deduplizierungsfunktionen und das effektive Speicherverhalten von ZFS. Letzteres garantiert das Copy-on-Write-Verfahren, das ZFS verwendet. Dabei werden Kopien erst dann real auf das System geschrieben, wenn die Ursprungsdaten verändert wurden. Andernfalls wird nur das Original gespeichert. Die Kopie erhält allerdings einen eigenen Inode, also eine Zeigerdatei mit Metadaten auf die Originaldatei. Wird sie später verändert, erfolgt die Speicherung der gesamten Datei, die auch die Speicheradresse des neuen Orts enthält. Allein das spart viel Platz.

Außerdem besitzt ZFS Deduplizierungs-, Kompressions- und Verdichtungsfunktionen. Sie verringern das Datenvolumen während

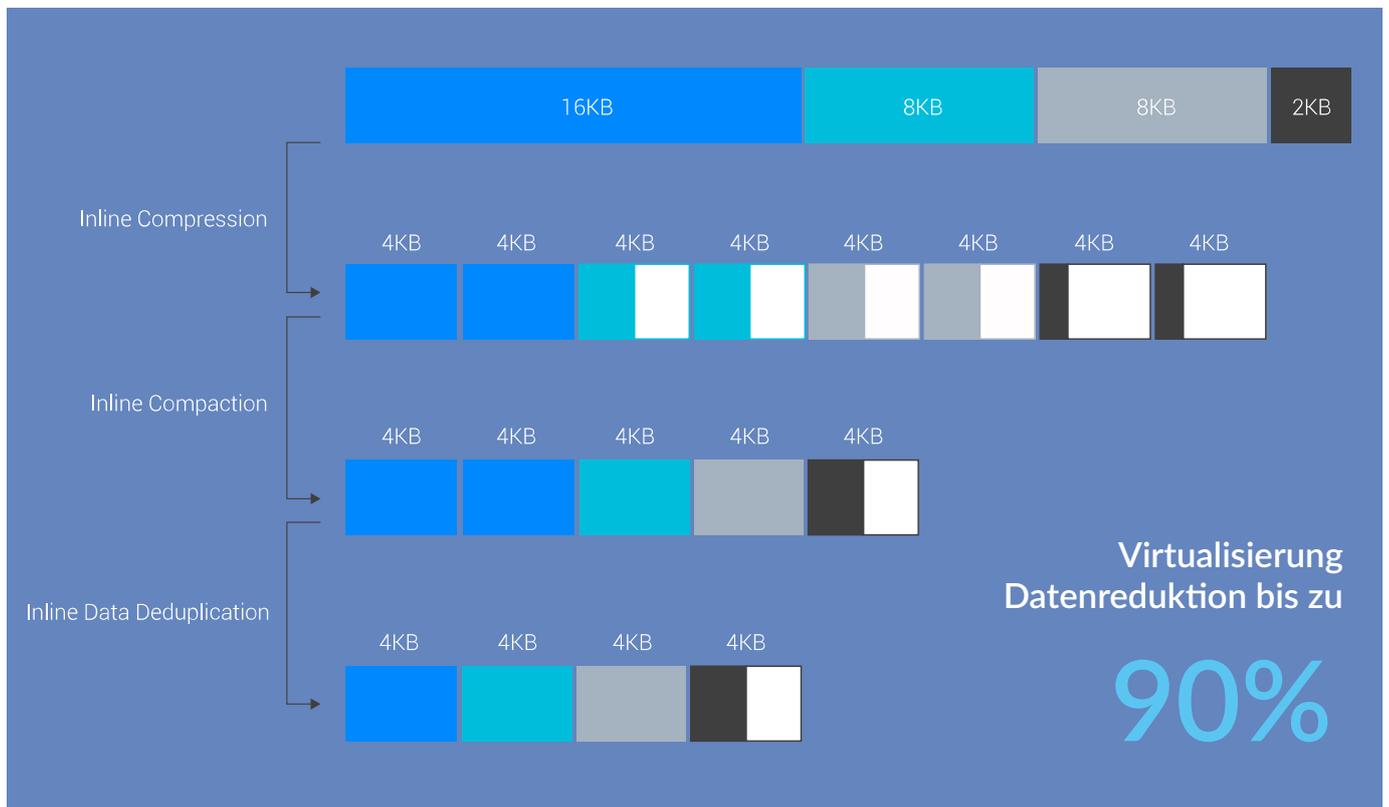
oder vor der Speicherung. Zunächst werden die vorhandenen Datenblöcke komprimiert und die übrigen Daten in 4K-Blöcke gepackt. Dann werden bislang nur halb gefüllte 4K-Blöcke aufgefüllt, um die Datendichte zu erhöhen. Beim anschließenden Vergleich dieser 4K-Blöcke erfolgt eine Deduplizierung, falls einige doppelt oder mehrfach vorhanden sein sollten. Alle Dubletten verschwinden, an ihre Stelle treten Zeiger. Das steigert die Schreibleistung und spart besonders bei sehr repetitiven Daten viel Platz. Davon profitieren vor allem All-Flash-Lösungen: Sie werden besser ausgenutzt, zudem steigt ihre Lebensdauer, da die Zahl der zufälligen Schreibvorgänge sinkt.

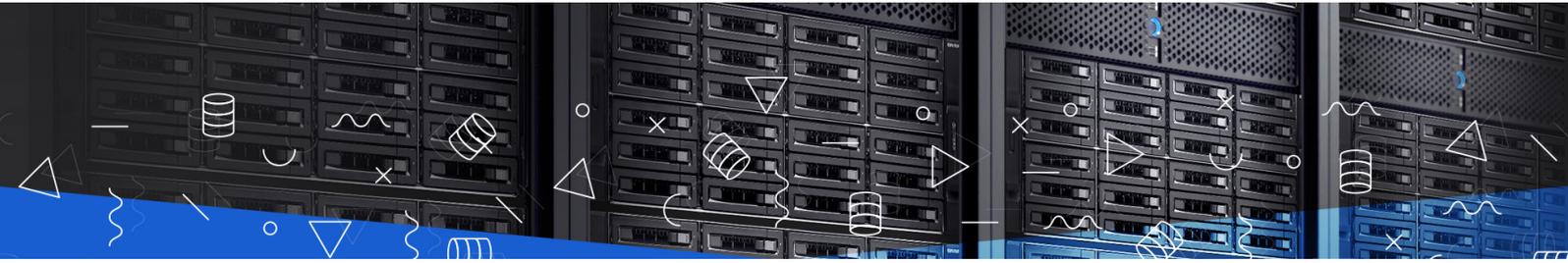
Für die initiale Kompression verwendet ZFS den leistungsstarken Algorithmus LZ4. Er arbeitet verlustfrei und wurde auf besonders hohe Kompressions- und Dekompressions-



geschwindigkeiten sowie häufige Kompressions- und Dekompressionsvorgänge ausgelegt. Beispiele dafür sind VDI-Umgebungen (VDI: Virtual Desktop Infrastructure) oder Virtualisierung. Benötigt eine Umgebung mehr als 100 MB/s Datenspeichergeschwindigkeit, empfiehlt sich ZFS in Kombination

mit diesem Algorithmus. Das ermöglicht eine Ein- und Ausgabe mit wenig Latenz und hoher Leistung. Die Kompressionsgeschwindigkeit lag bei Tests durch Izbench bei 740 MB/s, die Dekompressionsgeschwindigkeit kam auf 4.530 MB/s.





## Welche Vorteile RAID-Z bietet

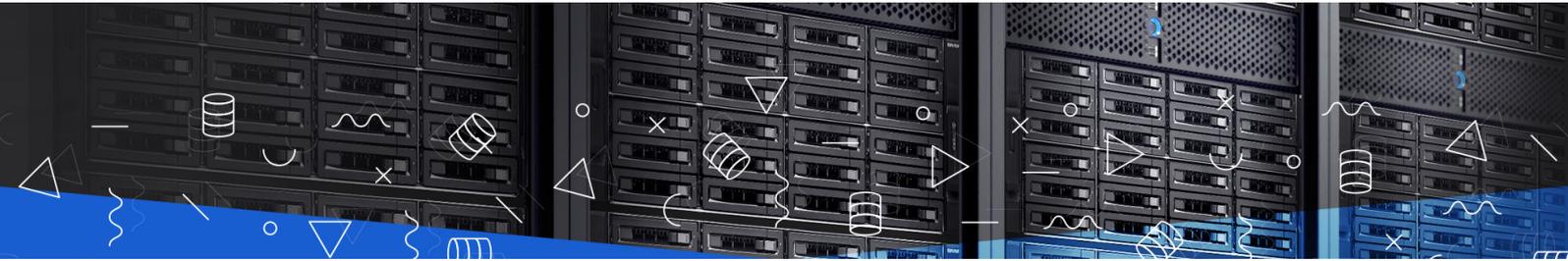
Doch ZFS glänzt nicht nur mit einer enormen Kapazität, gleichzeitig lassen sich mit dem Betriebssystem Standard-RAID-Level und ein zusätzliches ZFS-RAID nutzen. Diese Funktion hängt mit der oben bereits erwähnten Fähigkeit von ZFS zusammen, mehrere physische Datenträger zu einem logischen Laufwerk zu bündeln. RAID-Z ist in den Stufen RAID-Z1, -Z2 und -Z3 verfügbar. Die drei RAID-Level von RAID-Z entsprechen RAID-5, RAID-6 und einer RAID-Konfiguration mit drei Paritätsbits.

RAID-5 steht für drei oder mehr verbundene Festplatten, die wie ein logisches Laufwerk arbeiten. Die Datenverteilung erfolgt dabei gleichmäßig, das gilt auch für die Paritätsinformationen. RAID-6 vereint vier oder mehr Festplatten zu einem logischen Laufwerk und kombiniert die gleichmäßige Datenverteilung über die Platten mit Verteilung der Paritäts-

daten. Zur Korrektur von Mehrbit-Fehlern kommt das Reed-Salomon-Verfahren zum Einsatz, das auch bei DVB-Fernsehübertragungen verwendet wird.

RAID-Z hat gegenüber Standard-RAID-Leveln diverse Vorteile: Es ist zum Beispiel schneller, da nicht belegte Dateiblöcke beim Spiegeln keine Berücksichtigung finden. Es kennt auch keine Synchronisierungsprobleme und kommt, wie schon oben erklärt, aufgrund des Betriebssystems mit sehr großen Dateien zurecht. Außerdem benötigt es keinen batteriegepufferten Speicher.

QNAP verwendet RAID-Z in allen Systemen mit dem neuen Betriebssystem QuTS. Dabei ist eine Kapazität von bis zu fünf PByte pro freigegebenem Ordner möglich – ideal für Anwendungen wie Big Data, KI und Edge Computing.

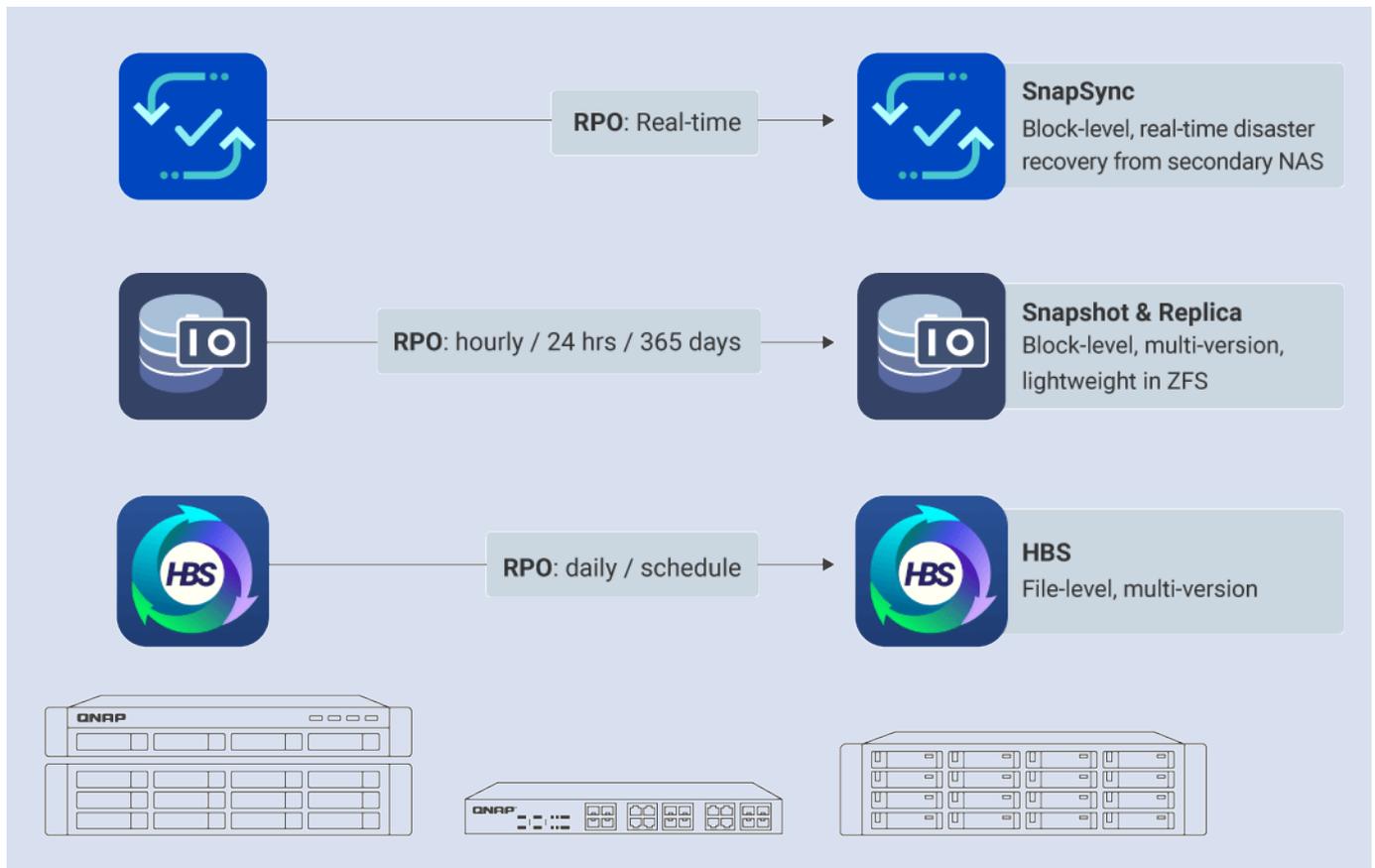


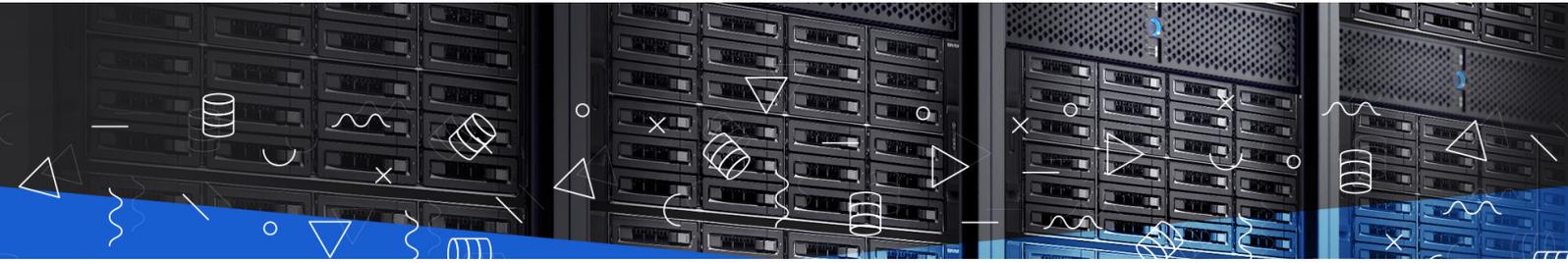
## Was Snapshots bringen

Um Datenverlusten vorzubeugen, kommen heute standardmäßig Snapshots zum Einsatz. Das von ZFS verwendete Copy-on-Write-Verfahren erleichtert das erheblich, denn die Kopien frieren die gerade bestehende Situation im Dateisystem ein. Alle folgenden Schreiboperationen bilden die Unterschiede zum letzten Snapshot ab. Zum Lesen lassen sich ZFS-Snapshots mounten, man kann sie aber auch archivieren und klonen. Auf die geklonten Snapshots darf dann geschrieben werden. Eine besonders wichtige Rolle spielt das beim Kampf gegen Ransomware, denn mithilfe der Snapshots gelingt es leichter, zu

einer intakten Systemversion zurückzukehren. Sie verringern also die Wiederanlaufzeit von ausgefallenen Systemen.

ZFS unterstützt bis zu 65.536 Snapshots für iSCSI LUN und freigegebene Ordner. Das heißt: Bei einer stündlichen Erzeugung eines Snapshots funktioniert dies sieben Jahre lang ohne erforderliche Löschvorgänge. Die QNAP-Funktion Echtzeit-SnapSync stellt zusätzlich sicher, dass primäres und sekundäres NAS immer die gleichen Daten enthalten, was einen unterbrechungsfreien Geschäftsbetrieb garantiert.



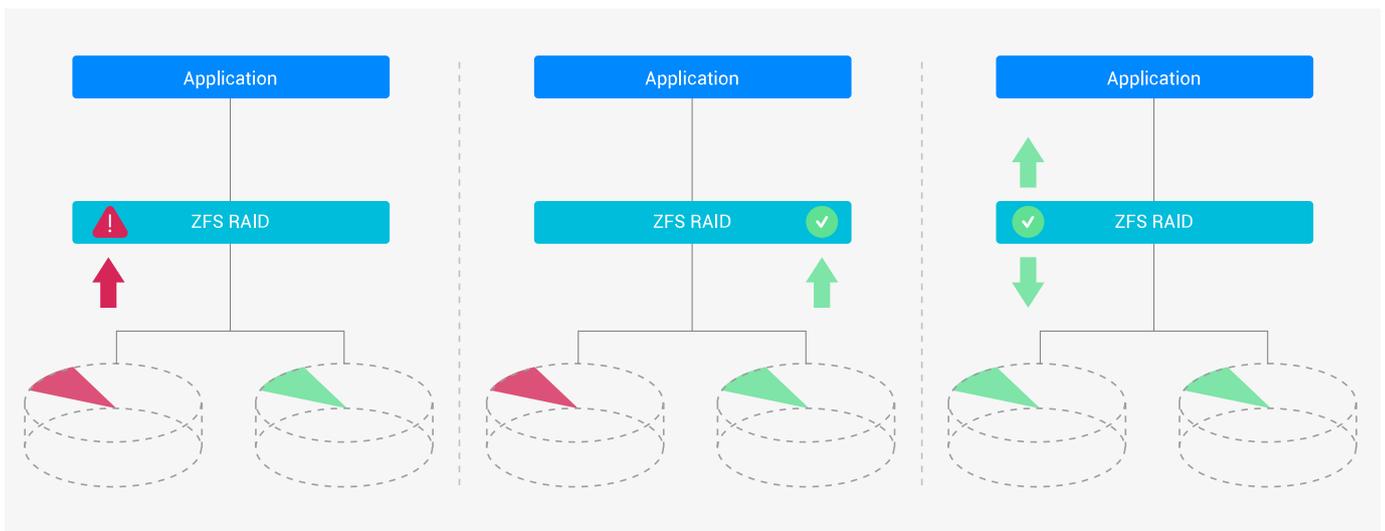


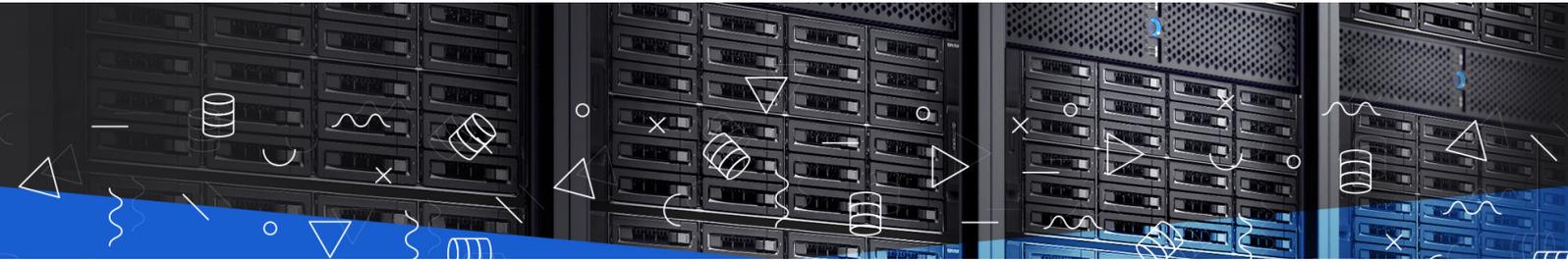
## Wie Selbstheilungsmechanismen bei QNAP-Systemen mit ZFS funktionieren

Besonders in SSD-Umgebungen spielen Selbstheilungsmechanismen eine wichtige Rolle, da sich Daten von SSD-Speichern nur schwer wiederherstellen lassen. Auf solche Situationen ist ZFS gut vorbereitet, denn das Dateisystem verwendet Ende-zu-Ende-Prüfsummen. Sie erkennen auch versteckte Datenkorruption und korrigieren sie. Solche Datenirrtümer entstehen durch Fehler in Hardware, Firmware oder Metadaten.

Stellt ZFS eine solche Integritätsverletzung fest, repariert das Dateisystem den Fehler automatisch. Dafür verwendet es die Daten des Spiegelsystems, bevor sie an eine Anwen-

dung weitergegeben werden. Dadurch entsteht kein spürbarer Leistungsverlust. Auch Stromausfälle stellen kein Problem dar, weil ZFS permanent die Konsistenz des Dateisystems sicherstellt. Falls es nötig ist, Daten unveränderlich zu speichern, unterstützt ZFS auch WORM (Write Once Read Many). Dabei handelt es sich um eine Funktion zum Sperren von Daten, sobald sie auf ein NAS geschrieben wurden. Es können dann keine Änderungen mehr an den gesicherten Daten vorgenommen werden – nur das Lesen klappt noch. Das hilft beim Erfüllen der gesetzlichen Aufbewahrungspflichten.



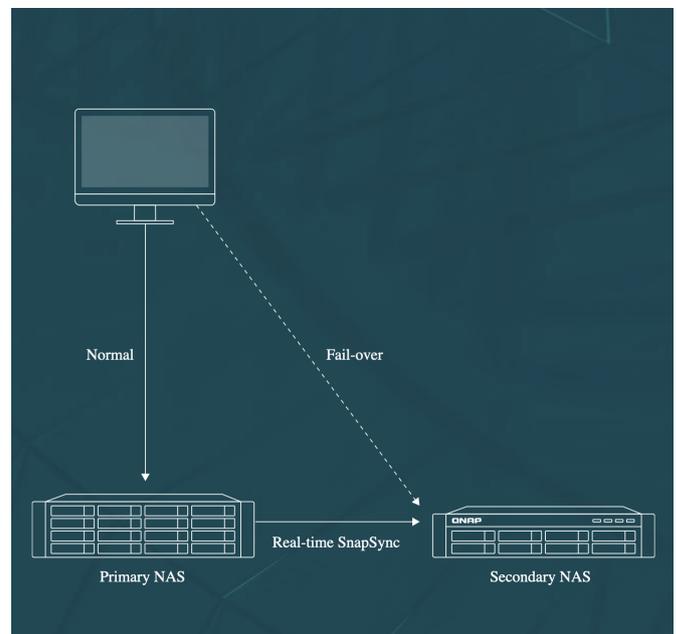


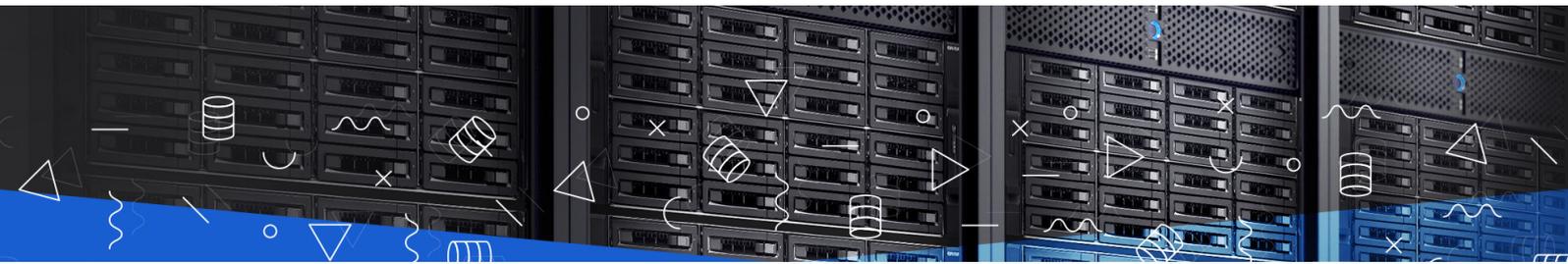
## Wie QNAP-Speicher Pluspunkte in der Praxis sammeln

Doch wie wirken sich die Fähigkeiten von ZFS auf die Datenspeicherung und -sicherung mit QNAP-Systemen unter dem QuTS-Betriebssystem mit ZFS-Integration in der Praxis aus? Die folgenden Beispiele veranschaulichen es.

Viele Unternehmen brauchen eine strenge Datensynchronisierung für kritische Datensicherungen, weil sich beispielsweise transaktionsorientierte Systeme schnell verändern, ständig neue Daten ankommen oder aus anderen Gründen. Hier ergibt es Sinn, die Funktion Echtzeit-SnapSync zu verwenden. Die Funktion gibt es in Modellen mit den Betriebssystemen QuTS hero (Version 4.5.2 oder höher) und QES (v2.1.1 v11 oder höher). Sie synchronisiert Änderungen an Daten jedes Mal sofort mit dem Zielspeicher, wenn Daten in die Quelle geschrieben werden. Sie werden also identisch auch am Ziel geschrieben. Außerdem lassen sich die Snapshot-Versionen des primären NAS mit denen des sekundären NAS synchronisieren. Unterbricht das primäre NAS etwa aufgrund einer Störung oder eines Stromausfalls seinen Betrieb, können IT-Admins die Berechtigungen des sekundären NAS entsprechend anpassen, um den kontinuierlichen Betrieb zu garantieren. Daten gehen dabei nicht verloren.

Das setzt voraus, dass sich primäres und sekundäres NAS im selben Netzwerk befinden und die Übertragung zwischen ihnen maximal zehn Millisekunden dauert. Das stellt eine sehr kurze, echtzeitnahe Wiederherstellungszeit bei Zwischenfällen sicher. Außerdem empfiehlt QNAP, die mit SnapSync gepaarten NAS-Systeme in einer mit Active Directory und LDAP-kompatiblen Domänenumgebung zu halten. Das vermeidet Inkonsistenzen insbesondere dann, wenn eines der Systeme QuTS hero und eines QES als Betriebssystem verwendet.





## Wie ZFS und QNAP-Systeme gegen Ransomware schützen

Die größten Sorgen bereiten Unternehmen derzeit Ransomware-Angriffe. Nahezu jede Firma kann Ziel solcher Attacken werden. Im Jahr 2021 gaben 67 Prozent der Unternehmen an, dies sei bereits geschehen<sup>3</sup>. Im Angriffsfall zeigen sich besonders deutlich Präventionsmängel, wie das BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) in einem aktuellen Bericht schreibt<sup>4</sup>. Deshalb sollten die Verantwortlichen den Ransomware-Schutz als Kriterium immer miteinbeziehen, wenn es um die Auswahl von Software und Systemen geht.

Hier helfen die datensparenden und block-basierten Snapshots von ZFS und QNAP-Systemen mit QuTS hero. Sie wirken sich bei der Herstellung der Snapshots nicht auf die

Speicherleistung aus. Die Funktion „Snapshot Replica“ repliziert sie zur Versionskontrolle auf das Back-up-NAS. Dort werden sie im Snapshot Vault verwaltet. Snapshots können maximal stündlich erstellt werden. Im Notfall lassen sich die Snapshot-Dateien direkt auf dem Backup-System wiederherstellen und dort verwenden.

Eine weitere Sicherungsfunktion, die QNAP ergänzend zu ZFS anbietet, ist „Hybrid Backup Sync“ (HBS). Sie kommt dann zum Einsatz, wenn das Sicherungsziel QuTS hero und damit die von ZFS angebotenen Deduplizierungsfunktionen nicht unterstützt. Das gilt für andere QNAP-NAS, -Server oder -Cloud-Speicher.

## Wie die Datendeduplizierung funktioniert

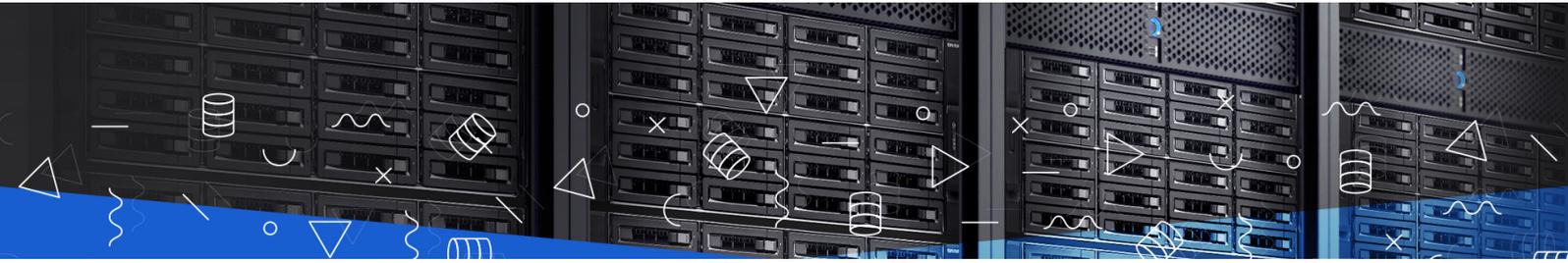
Hier verwendet QNAP die QuDedup-Technologie, die bei der Datendeduplizierung Bandbreite und Zeit spart. Sie dedupliziert Daten auf Blockebene und verschlüsselt sie gleichzeitig an der Quelle. Im Test mit einer Virtualisierungslösung ließ QuDedup das Volumen der Sicherung um drei Viertel schrumpfen. Der Algorithmus läuft auf allen QNAP-NAS-Systemen mit x86-Prozessoren, die Speicherung der Informationen erfolgt im sparsamen qdffb-Format.

„Hybrid Backup Sync“ sichert, synchronisiert und stellt Daten wieder her. Sie können sich

auf lokalen Speichern, Cloud-Diensten oder Remote-Servern befinden oder von dort kommen. Die Systeme dürfen RTRR (Real-Time Remote Replication), Rsync, FTP, WebDAV und CIFS/SMB als Protokolle verwenden. Das Verfahren zur Herstellung eines Sicherungs- oder Synchronisierungsauftrags besteht aus drei Schritten: Es werden die zu sichernden Dateien, der Zeitplan und die Speicherregeln bestimmt, dann ist die Arbeit erledigt. Dabei hilft HBS, ohne großen Aufwand eine Sicherungsroutine nach der 3-2-1-Regel zu planen: dreifache Speicherung auf zwei Medien, davon eine Speicherung außer Haus.

<sup>1</sup> <https://www.security-insider.de/ransomware-report-2022-die-ergebnisse-fuer-deutschland-d-626fab37e2ce6/>

<sup>2</sup> [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Cyber-Sicherheit/Themen/Ransomware.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Cyber-Sicherheit/Themen/Ransomware.pdf?__blob=publicationFile&v=5)



Erfolgte die Datenspeicherung im QNAP-Kompressionsformat qdfff, stellt QNAP das QuDedup-Extract-Tool zur Verfügung. Damit können Anwender und Anwenderinnen die Dateien direkt auf dem Computer oder

Cloud-Speicher ansehen und sich so die Kosten für die Cloud-Datenübertragung sparen. Auch die File Station ermöglicht es, deduplierte Dateien anzusehen und zu öffnen.

## Auf ZFS basierende Systeme von QNAP

Das neue QuTS hero auf Basis des ZFS-Dateisystems bietet QNAP bislang auf mehreren Systemen an:

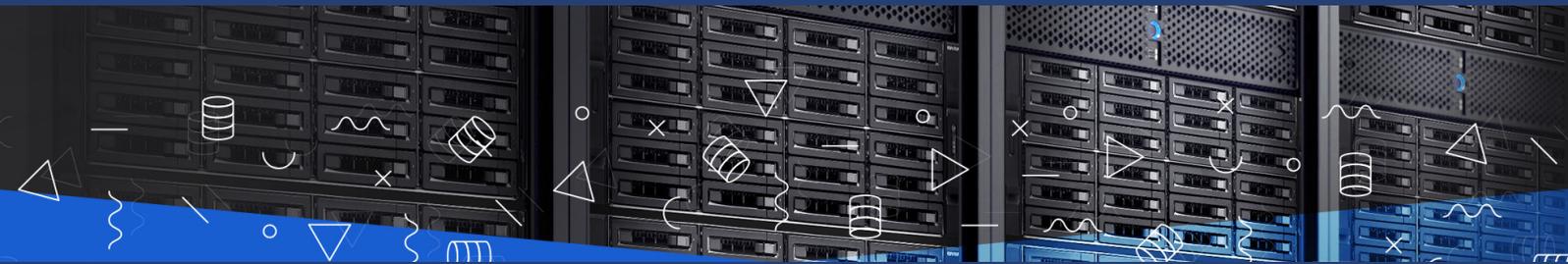
Unter anderem auf der SMB-Lösung TS-h973AX. Sie nutzt als Prozessor Ryzen V1500B Quad-Core, hat acht oder 32 GB RAM, kann maximal bis 64 GB RAM ausgebaut werden. Sie besitzt weiter fünf 3,5-Zoll-SATA- und vier 2,5-Zoll-Einschübe sowie zwei M.2-SSD-Steckplätze on board. Der Kommunikation dienen eine 10-GbE-Schnittstelle sowie zwei 2,5 GbE-Anschlüsse.

Dazu kommen drei mit AMD-Prozessoren aufgerüstete Enterprise-Systeme. TS-h1290FX ist mit AMD-Prozessoren ausgerüstet. Wahlweise wird ein AMD EPYC 7232P/7302P mit acht oder 16 Kernen verwendet. Das Modell unterstützt bis 1 TByte RAM mit und besitzt zwölf 2,5-Zoll-U.2-NVMe PCIe Gen 4 Einschübe. Hinzu kommen je zwei Anschlüsse für 2,5 GbE und 25 GbE sowie vier PCIe Gen4-Steckplätze.

TS-h1886XU-RP R2 verwendet einen Intel-Xeon-D-1266 Quad-Core mit 32 oder 128 GB ECC RAM und verfügt über zwölf 3,5-Zoll- und sechs 2,5-Zoll-SATA-Einschübe. Als Netzwerkanschlüsse dienen viermal 2,5 GbE und zweimal 10 GbE im SFP+-Format. Dazu kommen drei PCIe-Steckplätze.

Das All-Flash Rackmount Modell TS-h3088XU-RP verwendet wahlweise die Intel-Xeon-Prozessoren W-1250 6-Core oder W-1270 8-Core. Der Arbeitsspeicher umfasst bei der erstgenannten Variante ab Werk 32 GB, beim zweitgenannten 64 GB ECC-RAM, lässt sich aber jeweils auf 128 GB erweitern. Die übrigen Eigenschaften sind vom verwendeten Prozessor unabhängig: 30x 2,5-Zoll-SATA-Laufwerke, vier Anschlüsse für 2,5 GbE und zwei für 25 GbE, hinzu kommen noch drei PCIe-Steckplätze.

Mit leistungsfähiger Hardware und den auf ZFS basierenden Leistungen von QuTS hero als Betriebssystem können User und Userinnen Attacken auf ihre Dateispeicher gelassen entgegensehen.



## Über QNAP

QNAP (Quality Network Appliance Provider) bietet umfassende Lösungen von der Entwicklung von Software und Hardware bis hin zur internen Fertigung. Mit dem Fokus auf Innovationen in den Bereichen Speicher, Netzwerk und Smart Video stellt QNAP nun eine revolutionäre Cloud NAS Lösung vor, die sich in unser innovatives, abonnementbasiertes Software- und vielseitiges Servicekanal-Ökosystem einfügt. QNAP sieht ein NAS mehr als ein einfachen Speicher und hat eine Cloud-basierte Netzwerk-Infrastruktur für Benutzer geschaffen, um Analysen durch künstlichen Intelligenz, Edge Computing und Datenintegration auf ihren QNAP Lösungen zu hosten und zu entwickeln.

[MEHR ERFAHREN](#)