

## Effiziente Speichertechnologien

### Hintergrund

In jedem Rechenzentrum befinden sich neben Datenservern auch Datenspeicher (Storage). In einem durchschnittlichen deutschen Rechenzentrum sind sie für etwa ein Viertel des Stromverbrauchs der IT-Komponenten verantwortlich<sup>1</sup>. In Rechenzentren, die beispielsweise Online-Storage-Dienste anbieten (also über Netzwerke erreichbaren Speicherplatz zur Verfügung stellen), ist dieser Anteil entsprechend höher. Zudem ist ihre Produktion mit einem nicht unerheblichen Aufwand an Energie und Rohstoffen verbunden.

Effiziente, softwareseitige Speichertechnologien können auch helfen, die immer stärker wachsende Menge sogenannter „Dark Data“ zu begrenzen. Also solcher Daten, die sich nahezu zwangsläufig ansammeln, die aber unbekannt und daher ohne Nutzwert sind, oder auch unnötigerweise vielfach redundant abgelegt werden.<sup>2</sup>

Nachfolgend sind – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – einige Technologien und Methoden im Überblick dargestellt.

### Hardwareseitige Effizienzsteigerungen

**Redundant Array of Independent Disks (RAID)** vereint mehrere Speicher-Platten in einem einzigen logischen Laufwerk und ist eine bevorzugte Technologie, Daten performant zu speichern. Dabei ist lediglich eine redundante Platte nötig, unabhängig von der Gesamtanzahl an Platten im RAID-Verbund.

**Massive Array of Idle Disks (MAID)** ist eine energieeffiziente Lösung, die häufig im Zusammenhang mit Storage tiering (siehe unten) verwendet wird: Unbenutzte Platten werden abgeschaltet und nur dann aktiviert, wenn die Daten von einer Applikation angefordert werden.

---

<sup>1</sup> vgl. Hintemann, R.(2020): Energiebedarf der Rechenzentren steigt trotz Corona weiter an ([https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2021/03/Borderstep\\_Rechenzentren2020\\_20210301\\_final.pdf](https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2021/03/Borderstep_Rechenzentren2020_20210301_final.pdf)) oder Stobbe, L. et al. (2015): Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland, Abschlussbericht, S. 42

([https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/entwicklung-des-ikt-bedingten-strombedarfs-in-deutschland-abschlussbericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/entwicklung-des-ikt-bedingten-strombedarfs-in-deutschland-abschlussbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=3))

<sup>2</sup> Grasshoff, P., Ehneß, J. (2021): Dark Data – vom Problem zur Chance. Storage Insider (<https://www.storage-insider.de/dark-data-vom-problem-zur-chance-a-1039465/>)

Als Alternative zu klassischen Festplatten werden auch in Rechenzentren immer häufiger Flash-Speicher beziehungsweise auf dieser Technologie basierende **Solid State Disks (SSD)** eingesetzt. Diese haben Vorteile nicht nur in Geschwindigkeit und Kapazität, sondern auch im Energieverbrauch gegenüber den meisten herkömmlichen Speichertechnologien.<sup>3</sup>

**Hard-Disk Drives (HDD)** sind aufgrund niedrigerer Anschaffungskosten gegenüber SSD weiterhin verbreitet. Um die Energieeffizienz zu erhöhen, können Daten an bestimmten Plattenbereichen abgespeichert werden, um den mechanischen Aufwand beim Datenzugriff zu verringern. Außerdem sind über variable Rotationsgeschwindigkeit und Reduktion des Stromverbrauchs im Leerlauf Einsparungen erzielbar. 2,5-Zoll HDD sind etwa viermal kleiner als 3,5-Zoll HDD und benötigen weniger Strom, zudem entsteht weniger Abwärme. Wenn die Bauweise der Serverschränke und Kapazitätsanforderungen es ermöglichen, sind sie eine energieeffiziente Alternative.

**Hybrid-Hard Drives (HHD)** entsprechen HDD mit zusätzlichem Puffer aus permanentem Flash-Speicher, was durch Reduktion der Lese-/Schreib-Operationen geringeren Stromverbrauch der HDD bewirkt.

**Lower speed drives** sind für Anwendungen interessant, die aufgrund geringerer Performance-Anforderungen den Einsatz von HDD mit geringerer Rotationsgeschwindigkeiten zulassen.

**Bandarchivsysteme** sind ein energieeffizientes Medium für Backup und Archivierung großer Datenmengen in Rechenzentren, auf die nur selten zugegriffen wird. Sie verbrauchen erheblich weniger Energie als HDD und sind im Bereich der Datenarchivierung im Rechenzentrumsbetrieb Mittel der Wahl.

Spezialisierte Hardware wie **Field Programmable Gate Arrays (FPGA)** oder Hardware-Beschleuniger sind bei bestimmten Anwendungsfällen besonders flexibel und auch energieeffizient.

---

<sup>3</sup> Hintemann, R.; Hinterholzer, S; Clausen, J. (2020). Rechenzentren in Europa – Chancen für eine nachhaltige Digitalisierung – Teil 2. Berlin: Borderstep Institut, [https://www.eco.de/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2020/11/di\\_studie\\_rechenzentren\\_teil2\\_201110.pdf](https://www.eco.de/wp-content/uploads/dlm_uploads/2020/11/di_studie_rechenzentren_teil2_201110.pdf)

## Softwareseitige Effizienzsteigerungen

**Deduplication software** spürt redundant gespeicherte Daten in einem IT-System beziehungsweise Netzwerk auf und löscht diese. So verbrauchen redundante Kopien nach Schätzungen über die Hälfte des typischen Datenbestands eines Unternehmens. Damit bietet diese Software große Möglichkeiten, Daten zu konsolidieren und die Energieeffizienz zu erhöhen.

**Automated storage provisioning** ist eine Technik, bei der Server Storage-Kapazitäten effizient in ein Speichernetzwerk eingebunden werden. Dabei wird Speicherkapazität korrekt dimensioniert, ungenutzter Speicher identifiziert und wiederbenutzt und die Server Storage-Kapazität durch Konsolidierung des momentanen Speicherzustands erhöht. Wenn Rechenzentrumsbetreiber diese Technik einsetzen, sind sie flexibler und können Energie einsparen.

**Thin provisioning** zielt – bezogen auf die jeweilige Anwendung – darauf ab, vordefinierte, aber nicht verwendete Speicherkapazitäten zu entfernen. Von der Anwendung geforderte Reservekapazitäten, die ihrem maximalen Speicherbedarf entsprechen, werden nicht allokiert, also einmalig als feste Größe zugewiesen. Die Speicherkapazität wird vielmehr im laufenden Betrieb dynamisch erweitert, abhängig vom momentanen Schreibbedarf der Anwendung. Dadurch ist es möglich, Energie einzusparen, da überdimensionierte Speicherkapazitäten wegfallen. Die Methode wird insbesondere in Storage Area Networks (SAN, siehe unten) und virtualisierten Storage-Umgebungen eingesetzt.<sup>4</sup>

**Storage tiering** (auch **Tiered storage**) nutzt unterschiedliche Speicher-Medien auf verschiedenen Ebenen. Dabei werden Daten, auf die seltener zugegriffen wird, auf tiefer liegenden Ebenen abgespeichert. Dort ist es somit möglich, kostengünstigere Technologien zu verwenden, die energieeffizient sind (beispielsweise Bandarchivsysteme), während auf höheren Ebenen Technologien mit höherer Performanz (etwa Festplattenlaufwerke) bevorzugt werden. Neben der passenden Verwaltungssoftware müssen die Ressourcenprofile der Anwendungen genau bekannt sein und die Kapazitäten der verschiedenen Speichertechnologien sorgfältig von vornherein gewählt werden.

**Popular data concentration** (PDC) ist eine Technik, die bei der Verwendung von Speicherplatten-Arrays (beispielsweise RAID, MAID, siehe oben) eingesetzt wird.

---

<sup>4</sup> Luber, S., Ehneß, J. (2019): Was ist Thin Provisioning? Storage Insider (<https://www.storage-insider.de/was-ist-thin-provisioning-a-862633/>).

Dabei werden häufig verwendete Daten in einer Untergruppe gespeichert oder dorthin migriert. Dadurch ist es wahrscheinlicher, Teile der übrigen Platten in einen Energiespar-Modus versetzen zu können. Für diese Methode gelten ähnliche Potentiale und Hemmnisse wie im Bereich des Storage tiering.

Beim Thema Konsolidierung auf Speicher- und Strukturebene spielen sogenannte **Storage area networks** (SAN) eine wichtige Rolle. Diese vereinen Platten-Arrays mehrerer Server an einer zentralen Stelle und geben darauf Zugriff über ein lokales privates Netzwerk. Somit findet ein Übergang von direkt verbundenem Speicher (Direct Attached Storage, DAS) zu Speichernetzwerken statt. Dadurch können beispielsweise durch Elimination redundant gespeicherter Daten Energieeffizienzgewinne erzielt werden.

### **Empfehlungen**

Die vorgestellten Methoden und Techniken bieten sowohl hardware- wie auch softwareseitig umfangreiche Potentiale, den Energie- und Platzbedarf von Storage-Systemen zu reduzieren und damit auch Kosten zu senken. Sie sollten daher für einen effizienten und nachhaltigen Rechenzentrumsbetrieb sorgfältig erwogen und ihre Möglichkeiten ausgeschöpft werden.

### **Quelle**

- Abschlussbericht Nachhaltige Rechenzentren (EcoRZ), 2020 (<https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10357>)