TECHNISCHE BEWERTUNG

Microsoft Storage Spaces Direct

Eine Bewertung für Systemhäuser und Reseller mit mittelständischen Kunden

LEITGEDANKE

S2D reduziert Technologiebrüche, separate Storage-Komponenten und unterschiedliche Betriebsmodelle, wenn das Systemhaus eine validierte Gesamtlösung verkauft.

S2D ist nicht einfach „SAN-Ersatz als Software“, sondern die Storage-Komponente eines Windows-Failoverclusters. Lokale Datenträger mehrerer Server werden über das Netzwerk zu einem gemeinsamen, resilienten Speicherpool zusammengeführt. In einer HCI-Konfiguration laufen Hyper-V-VMs und Storage auf denselben zwei bis 16 Knoten; alternativ kann S2D als separater Scale-out-Storage-Cluster über SMB3/SMB Direct bereitgestellt werden. Microsoft benennt symmetrische lokale NVMe-, SSD- oder HDD-Bestückung, keinen Hardware-RAID und schnelle redundante Storage-Netze als Grundmodell.

TECHNISCHE EINORDNUNG • HARDWARE • BETRIEB • TCO • WETTBEWERB • EINORDNUNG

Inhalt

1. Architektur, Funktionsweise und Positionierung
2. Hardware und Zertifizierung
3. Management und Verwaltbarkeit
4. Kosteneffizienz über den Lebenszyklus
5. S2D im modernen Software-defined Datacenter
6. Eine faire Wettbewerbsbetrachtung

1. Architektur, Funktionsweise und Positionierung

1.1 Technischer Aufbau

S2D baut auf mehreren Windows-Komponenten auf:

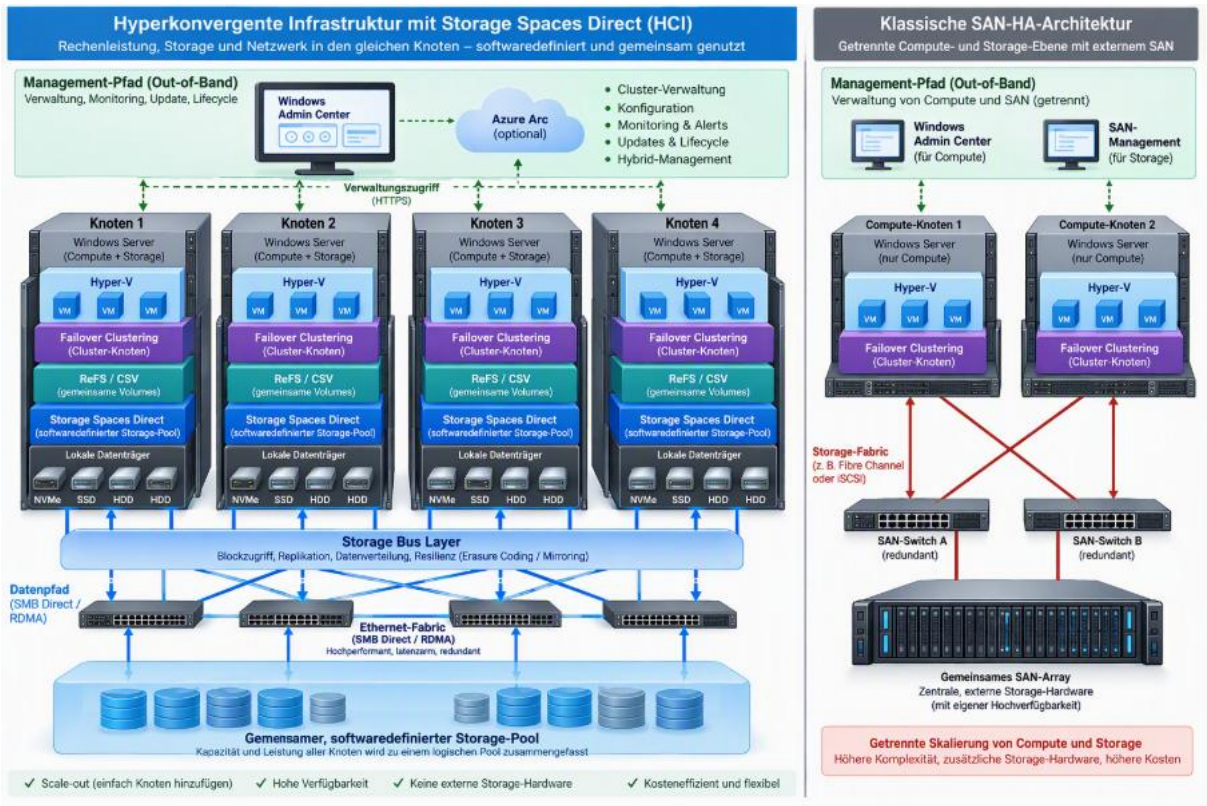
- Failover Clustering bildet Mitgliedschaft, Quorum, Clusterrollen und Failover.
- Storage Bus Layer verbindet die lokalen Laufwerke logisch über die Knoten.
- Storage Pool fasst geeignete physische Datenträger zusammen.
- Storage Spaces erzeugt resiliente virtuelle Datenträger.
- Cluster Shared Volumes stellen Volumes allen Clusterknoten gleichzeitig bereit.
- ReFS ist das bevorzugte Dateisystem für virtualisierte Workloads.
- SMB3/SMB Direct/RDMA transportiert Replikations-, Redirected-I/O- und gegebenenfalls externen Workload-Traffic.
- Hyper-V nutzt die CSV-Volumes als Ablage für VMs und virtuelle Festplatten.

Je nach Knotenanzahl stehen unter anderem Two-way Mirror, Three-way Mirror, Parity und Mirror-accelerated Parity zur Verfügung. Two-way Mirror ist für zwei Server vorgesehen, Three-way Mirror ab drei und Dual Parity ab vier Servern; bei Zwei-Knoten-Clustern kann Nested Resiliency zusätzliche Fehlerszenarien abdecken.

Architekturprinzip

S2D-HCI	Gemeinsame Schicht	Klassische SAN-HA
Hyper-V und Storage auf denselben Clusterknoten	Failover Clustering • ReFS/CSV • SMB Direct/RDMA	Compute-Cluster und externes gemeinsames Storage-Array
Lokale Laufwerke werden clusterweit gepoolt	Resilienz durch Mirror/Parity	Storage-HA liegt primär im Array

Bild 1: S2D bündelt lokale Laufwerke mehrerer Clusterknoten zu einem resilienten softwaredefinierten Speicher; klassische SAN-HA trennt Compute und ein externes gemeinsames Speicherarray.



1.2 HCI versus konvergierter Storage

Betriebsform	Aufbau	Typischer Nutzen
S2D-HCI	Hyper-V und Storage auf denselben Knoten	Geringerer Footprint, Knoten als standardisierte Skalierungseinheit
S2D Scale-out Storage	Separater S2D-Storagecluster, Zugriff über SMB3/SMB Direct	Compute und Kapazität getrennt skalierbar
Klassisches SAN	Compute-Cluster plus externes FC-/iSCSI-/NVMe-oF-Array	Klare Trennung, unabhängige Compute-Skalierung, zentrale Storage-Plattform für mehrere Cluster

EINORDNUNG

Eine SAN-Architektur kann deutlich mehr Compute-Knoten in einem einzelnen Workload-Cluster versorgen und mehreren Clustern Storage bereitstellen. S2D ist innerhalb eines Clusters dagegen auf zwei bis 16 Server ausgelegt.

1.3 Abgrenzungen innerhalb des Microsoft-Portfolios

Windows Server 2025 Datacenter mit S2D

- klassisches, langfristig unterstütztes Windows-Server-Produkt
- lokal verwaltbar
- Hyper-V, Failover Clustering und S2D
- geeignet, wenn Azure-Anbindung optional bleiben soll
- S2D erfordert die Datacenter-Edition

Azure Local

- ebenfalls Hyper-V-, S2D- und SDN-basiert
- als Azure-verbundene Infrastrukturplattform positioniert
- Provisionierung, Lifecycle, Security und Updates werden stärker über Azure bereitgestellt
- Azure Arc, Defender, Monitor und zentrale Azure-Verwaltung sind konzeptionell Teil des Betriebsmodells

Storage Spaces ohne Direct

- lokaler Storage-Pool eines einzelnen Servers
- keine knotenübergreifende Resilienz
- kein Ersatz für S2D-HA

Storage Replica

- Blockreplikation zwischen Volumes oder Standorten
- ergänzt S2D für DR-/Stretch-Szenarien
- ersetzt weder den gemeinsamen Storage-Pool noch die lokale Clusterresilienz

Failover Cluster mit SAN

- verwendet ein externes Shared-Storage-System
- Storage-HA liegt primär im Array
- Compute- und Storage-Lifecycle sind getrennt

2. Hardware und Zertifizierung

2.1 Drei klar zu trennende Ebenen

A. Technisch lauffähig

Eine Konfiguration kann S2D technisch aktivieren, wenn Windows Server die Server, Laufwerke und Netzwerkadapter erkennt und die Clusterprüfung grundsätzlich durchläuft. Das bedeutet noch nicht, dass Kombination, Firmwarestand und Lastprofil langfristig abgesichert sind.

- zwei bis 16 Server
- möglichst identische CPU-, RAM-, Storage- und Netzwerkkonfiguration
- direkt angebundene SATA-, SAS- oder NVMe-Medien
- HBA-/Controller-Passthrough statt Hardware-RAID auf den S2D-Datenträgern
- getrennte Boot-Medien
- redundantes, schnelles East-West-Netz
- konsistente Treiber, Firmware und BIOS-Einstellungen

SPEICHERMEDIEN

Für SSDs empfiehlt Microsoft die Power-Loss-Protection; All-Flash liefert die höchste Performance, während Hybridkonfigurationen schnelle Cachemedien mit HDD-Kapazität kombinieren.

B. Offiziell unterstützte Windows-Server-Konfiguration

- Server und Komponenten sind für die jeweilige Windows-Server-Version zugelassen
- Test-Cluster einschließlich Storage-, Netzwerk- und Systemtests ist erfolgreich
- alle Knoten verwenden freigegebene und konsistente Treiber-/Firmwarestände
- die tatsächlich eingesetzte Konfiguration entspricht der geprüften Konfiguration

Die Clusterprüfung ist nicht nur Installationsformalität. Nach Updates sollen Failover, Livemigration und Clusterzustand geprüft und anschließend erneut Test-Cluster sowie der Validierungsbericht kontrolliert.

C. Validierte Lösung

Eine validierte Lösung reduziert Integrationsrisiko durch:

- vorab getestete Hardwarekombination
- definierte Firmware- und Treibermatrix
- dokumentierte Netzwerk- und Storageauslegung
- abgestimmte Updatepfade
- klarere Hersteller- und Systemhausverantwortung

Bei Azure-Local-/Azure-Stack-HCI-Angeboten wurden traditionell Validated Nodes, Integrated Systems und stärker integrierte Premier-Lösungen unterschieden. Integrated Systems verbinden vorinstallierte Software, validierte Full-Stack-Updates und Hardwaremanagement; Validated Nodes bieten mehr Gestaltungsfreiheit, verlagern aber mehr Integrationsarbeit zum Systemhaus.

3. Management und Verwaltbarkeit

3.1 Bereitstellung

Der klassische S2D-Aufbau umfasst Firmwarekonfiguration, Betriebssystem und Treiber, Domänenbeitritt, Hyper-V und Failover Clustering, Netzwerk/DCB, Clustererstellung, Aktivierung von S2D, Volume-Erstellung und VM-Bereitstellung.

IMPLEMENTIERUNGSREALITÄT

S2D ist nach der Bereitstellung gut automatisierbar, aber die Erstimplementierung ist keine reine Assistenteninstallation. Netzwerk-, Firmware- und Resilienzdesign bleiben anspruchsvoll.

Geeignete Werkzeuge

- Windows Admin Center für Cluster, Volumes, VMs, Updates und Monitoring
- PowerShell für reproduzierbare Bereitstellung und Betrieb
- Failover Cluster Manager für klassische Clusteroperationen
- System Center Virtual Machine Manager in größeren Umgebungen
- Azure Arc/Azure Update Manager/Azure Monitor für hybride Verwaltung

Die Microsoft Dokumentation unterscheidet dabei kleine Umgebungen mit PowerShell/WAC, mittlere mit WAC-Gateway oder SCVMM und größere Infrastrukturen mit SCVMM, Deployment- und Update-Infrastruktur.

3.2 Lifecycle und Patchmanagement

Windows Admin Center kann Featureupdates einschließlich Readiness-Check durchführen. Alternativ können Knoten nacheinander angehalten, aktualisiert, neu gestartet und wieder aufgenommen werden. Vor dem nächsten Knoten müssen Storage-Reparaturjobs abgeschlossen sein.

Betriebliche Konsequenz

- Patchen ist rollierend möglich
- Ein Clusterupdate erzeugt trotzdem Storage-Reparatur- und Resync-Traffic
- Updatefenster müssen deshalb nicht nur VM-Verfügbarkeit, sondern auch Rebuild-Dauer und Netzwerkbelastung berücksichtigen
- Firmware- und Treiberupdates müssen zum Systemprofil passen
- Clusterfunktionsebene und Storage-Pool-Version dürfen erst nach erfolgreicher Validierung angehoben werden; danach kann ein Rollback eingeschränkt sein

Windows Server 2025 erlaubt zudem eine einstellbare Repair-/Resync-Priorität zwischen geringer Workloadbeeinflussung und schneller Wiederherstellung.

3.3 Eignung als Managed Service

Sehr gut standardisierbar	Schlecht standardisierbar	Das eigentliche Produkt
Feste Clustergrößen, freigegebene Hardware, Runbooks, Baselines, zentrales Monitoring sowie getestetes Backup und Recovery.	Individuelle NICs, SSDs, Switches und Firmwarestände für jeden Kunden.	Nicht die S2D-Funktion selbst, sondern eine kontrollierte Plattform-Baseline plus Betriebsprozess.

4. Kosteneffizienz über den Lebenszyklus

4.1 Belastbare Kostenfaktoren

Potenzielle Einsparungen	Zusätzliche oder häufig unterschätzte Kosten
kein separates SAN-Array	Windows Server Datacenter für alle physischen Kerne
kein FC-Fabric mit HBAs und FC-Switches	Windows Server CALs
weniger eigenständige Storage-Managementwerkzeuge	schnelle redundante 10-/25-/100-GbE-Infrastruktur
Compute und Storage in denselben Servern	Enterprise-NVMe/SSD mit PLP
Nutzung vorhandener Windows-/PowerShell-Kompetenzen	zusätzliche Kapazität für Spiegelung/Parity und Rebuild
Knotenweise Erweiterung	Projektierung, Tests, Dokumentation und Monitoring
Kombination aus Hostplattform und Windows-VM-Rechten	Backup außerhalb des S2D-Clusters; Ersatzlaufwerke und Supportvertrag; optionale Azure-Kosten

Microsoft beschreibt HCI als Zusammenführung von Compute, Storage und Netzwerk auf Standardservern mit lokalen Laufwerken; dadurch können SAN, Storage-Fabric und zusätzliche Appliances entfallen.

Windows Server Standard und Datacenter werden nach physischen Kernen lizenziert; Datacenter erlaubt bei vollständiger Hostlizenzierung unbegrenzt viele Windows-Server-VMs, während Standard schrittweise VM-Rechte bereitstellt.

4.2 Es ist keine pauschale TCO-Aussage zu treffen

S2D typischerweise wirtschaftlich stark	S2D kann wirtschaftlich schwächer sein
Windows Server Datacenter wird ohnehin benötigt	fast nur Linux-VMs laufen
viele Windows-VMs werden betrieben	wenige Windows-VMs sind vorhanden
ein neues SAN einschließlich Fabric müsste beschafft werden	ein leistungsfähiges SAN ist bereits abgeschrieben vorhanden
Compute und Storage wachsen ungefähr gemeinsam	Kapazität wächst wesentlich schneller als Rechenleistung
Microsoft-Kompetenz ist vorhanden	Microsoft-Hybridfunktionen werden nicht genutzt
	keine wiederverwendbare Betriebsplattform beim Systemhaus

EMPFOHLENES KALKULATIONSMODELL

Fünf Jahre, getrennt nach Hardware, Lizenzen, Netzwerk, Implementierung, Wartung, Patchaufwand, Monitoring, Backup, Strom/Rackspace, Erweiterung und Migration am Laufzeitende.

5. S2D im modernen Software-defined Datacenter

SDDC-Anforderung	Bewertung S2D
Software-defined Storage	Stark: Resilienz, Pooling, Tiering und Volumes softwaredefiniert
HCI	Stark: Hyper-V und Storage auf denselben Knoten
Automatisierung	Stark: PowerShell, WAC, Cluster-Aware Updating
Skalierung	Gut: Knotenweise, aber Compute und Storage gekoppelt
Resilienz	Stark: Spiegelung, Parity, Nested Resiliency, Stretch-Optionen
Standardhardware	Bedingt: x86-Hardware, aber produktiv nur standardisierte Kombinationen
Zentrale Verwaltung	Gut bis sehr gut: WAC, System Center, optional Azure Arc
Security	Stark im Microsoft-Stack: BitLocker, SMB-Verschlüsselung, Secured-core-Optionen
Hybrid Cloud	Sehr stark mit Azure Local/Arc, bei reinem Windows Server optional
Lifecycle	Gut bei validierter Plattform, anspruchsvoll bei BYO

WINDOWS SERVER 2025

Thin-provisioned S2D-Volumes, ReFS-Deduplizierung/-Kompression und steuerbare Repair-/Resync-Performance.

6. Eine faire Wettbewerbsbetrachtung

6.1 Vergleichsmatrix

Kriterium	Microsoft-Stack	VMware-Stack	Proxmox-Stack
Funktionaler Stack	Hyper-V + Failover Clustering + S2D + ReFS/CSV	ESXi/vSphere + vCenter + vSAN	KVM/LXC + Proxmox VE Cluster/HA + Ceph oder externes/ZFS-Storage
Storageprinzip	Lokale Medien werden clusterweit gepoolt	vSAN integriert lokale Medien in einen verteilten Datastore	Ceph stellt verteilten Block-/File-/Object-Storage bereit
HCI-Knoten	2–16 bei S2D	abhängig von vSAN-Design und Edition	typischerweise mindestens drei abstimmungsfähige Cluster-/Ceph-Knoten
Hardwaremodell	Windows-zertifiziert; validierte HCI-Lösungen stark empfohlen	strikte Hardware Compatibility List und vSAN ReadyNodes	breite Linux-Hardwareunterstützung; keine gleichartige End-to-End-Zertifizierung
Management	WAC, PowerShell, System Center, Azure Arc	vCenter und VMware-Automatisierungs-/Operationswerkzeuge	integrierte Weboberfläche, CLI/API
Lifecycle	sehr gut bei validierter Lösung; sonst Systemhausverantwortung	ausgereiftes zentrales Enterprise-Lifecycle-Modell	flexibel, aber mehr Linux-/Ceph-Kompetenz erforderlich
Windows-Integration	Sehr stark	Gut	Gut auf VM-Ebene, weniger tief auf Plattformebene
Linux-/Open-Source-Fokus	Gut	Sehr gut	Sehr stark
Lizenzlogik	Windows Server Datacenter pro physischem Core plus CALs	Subscription-/Bundle-abhängig	Software AGPLv3; Supportsubscription pro CPU-Socket
Hersteller-Support	Microsoft plus OEM/Systemhaus	Broadcom/VMware plus OEM/Partner	Proxmox Subscription plus Partner
Kostencharakter	attraktiv bei vielen Windows-VMs	häufig hoher Plattformwert, aber komplexe aktuelle Paket-/Preislogik	niedrige Einstiegskosten; Betriebs-Know-how bleibt TCO-Faktor
Mittelstand-Fit	Sehr gut bei Microsoft-Bestand	gut bei bestehender VMware-Kompetenz	sehr gut bei Linux-/Open-Source-Kompetenz und Kostenfokus

VMware-Einordnung

Der funktional faire Vergleich lautet Hyper-V + S2D gegen vSphere + vSAN. vSphere ist primär Compute-/Virtualisierungsplattform; vSAN übernimmt das verteilte HCI-Storage.

VMware ist sachlich stärker, wenn:

- umfangreiche vSphere-/vCenter-Kompetenz vorhanden ist
- sehr heterogene Gastbetriebssysteme betrieben werden
- etablierte VMware-Automatisierung, Backup- und Securityintegration genutzt wird
- der Kunde eine bestehende vSAN-/VMware-Plattform ohne Migrationsdruck betreibt

Proxmox-Einordnung

Der faire Stack ist Proxmox VE + HA + Ceph, nicht Proxmox VE allein. Alternativ kann Proxmox externes Shared Storage oder lokales ZFS nutzen; das bietet jedoch nicht automatisch dieselbe verteilte HCI-Resilienz wie S2D oder vSAN.

Proxmox ist sachlich stärker, wenn:

- geringe Softwarekosten hohe Priorität haben
- Linux-, Debian- und Ceph-Kompetenz vorhanden ist
- Hardwarefreiheit wichtiger als End-to-End-Vendorvalidierung ist
- KVM/LXC und Open-Source-Automatisierung strategisch gewünscht sind
- der Dienstleister selbst die Integrations- und Supportverantwortung übernehmen kann

Fazit

POSITIONIERUNG

Validierte, Microsoft-basierte HCI für mittelständische Kunden, die Windows-Workloads, Hochverfügbarkeit, softwaredefinierten Storage und standardisierten Betrieb in einer gemeinsamen Plattform konsolidieren wollen.

Das eigentliche Differenzierungsmerkmal des Systemhauses ist dabei nicht S2D allein, sondern die Kombination aus validierter Hardware, dokumentierter Baseline, Lifecycle-Service, Monitoring, Backupkonzept und klarer Betriebsverantwortung.