

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>17</b>
<b>1.1</b>	<b>Was wir Ihnen bieten</b>	<b>18</b>
1.1.1	Das Buch als Ganzes	19
1.1.2	Die elf Kapitel	20
<b>1.2</b>	<b>Die Autoren</b>	<b>27</b>
<b>1.3</b>	<b>Warum virtualisieren wir eigentlich?</b>	<b>29</b>
1.3.1	Ein Projekt ohne Ziel kann nur scheitern	31
1.3.2	Vor- und Nachteile abwägen	32
1.3.3	Stolperfallen vermeiden	34
<b>1.4</b>	<b>Virtuelle Welten: Die Fallstudien</b>	<b>37</b>
1.4.1	Die A. Datum GmbH	38
1.4.2	Die Contoso AG	40
1.4.3	Die Fabrikam AG	43
<b>1.5</b>	<b>Hyper-V und der Virtualisierungsmarkt</b>	<b>44</b>
1.5.1	Server-Virtualisierung: Eine Historie	46
1.5.2	Die Großen am Markt	48
1.5.3	Microsofts Virtualisierungsweg	52
<b>2</b>	<b>Hyper-V im Überblick</b>	<b>57</b>
<b>2.1</b>	<b>Die Architektur</b>	<b>59</b>
2.1.1	Hypervisor Typ 1	59
2.1.2	Hypervisor Typ 2	60
2.1.3	Monolithischer Hypervisor	62
2.1.4	Microkernel-Hypervisor	63
<b>2.2</b>	<b>Paravirtualisierung und Emulation</b>	<b>64</b>
<b>2.3</b>	<b>Hardware-Virtualisierung</b>	<b>65</b>
<b>2.4</b>	<b>Der VMBus und die Integration Services</b>	<b>67</b>

<b>2.5</b>	<b>Das Management-OS</b>	69
<b>2.6</b>	<b>Der Virtualisierungs-Stack</b>	71
2.6.1	Virtual Machine Management Service	72
2.6.2	Virtual Machine Worker Process	72
2.6.3	Virtual Devices	73
2.6.4	Virtualization Service Providers und Virtualization Service Clients	74
<b>2.7</b>	<b>Child-Partitionen</b>	75
2.7.1	An Hyper-V angepasste Gast-Systeme	75
2.7.2	Nicht an Hyper-V angepasste Gast-Systeme	76
2.7.3	VMs der Generation 2	76
<b>2.8</b>	<b>Best Practices Analyzer</b>	76
<b>2.9</b>	<b>Vergleich mit Hyper-V unter Windows Server 2012 R2</b>	79
2.9.1	Zahlen, Daten, Fakten	79
2.9.2	Die großen und kleinen Erweiterungen	80
<b>2.10</b>	<b>Virtuelle Gäste</b>	81
2.10.1	Funktionierende und unterstützte VM-Betriebssysteme	81
2.10.2	Technische Limits	83
2.10.3	Alte Betriebssysteme betreiben	85
<b>2.11</b>	<b>Allgemeine Administration</b>	86
2.11.1	Grafische Oberfläche	86
2.11.2	PowerShell	91
<b>2.12</b>	<b>Mit der PowerShell administrieren</b>	93
2.12.1	Der Einstieg	94
2.12.2	PowerShell Remoting	99
2.12.3	PowerShell Direct	101
2.12.4	Beispiel-Skripte	102
2.12.5	PowerShell Desired State Configuration	105
<b>2.13</b>	<b>Zusammenfassung</b>	109
<b>3</b>	<b>Host-Server</b>	111

---

<b>3.1</b>	<b>Die Grundinstallation</b>	111
3.1.1	Festplatten richtig aufteilen	112
3.1.2	Die CPU auswählen	112
3.1.3	GUI vs. Server Core vs. Nano Server	113
3.1.4	Die Speicherpfade	119

3.1.5	Die Host-Reserven .....	121
3.1.6	Die Auslagerungsdatei im Management-OS .....	122
<b>3.2</b>	<b>Hyper-V-Server</b> .....	123
3.2.1	Installieren und einrichten .....	123
3.2.2	Dritthersteller-Tools zur Verwaltung nutzen .....	127
<b>3.3</b>	<b>Client Hyper-V</b> .....	128
3.3.1	Anforderungen und Einschränkungen .....	128
3.3.2	Besonderheiten in Client Hyper-V .....	128
3.3.3	Client Hyper-V installieren und nutzen .....	130
3.3.4	Ein NAT-Netzwerk für VMs einrichten .....	132
3.3.5	Windows Server 2016 remote verwalten .....	134
<b>3.4</b>	<b>Umgang mit der Host-CPU</b> .....	134
3.4.1	Host Resource Protection .....	134
3.4.2	Nested Virtualization .....	135
<b>3.5</b>	<b>Arbeitsspeicher</b> .....	137
3.5.1	Arbeitsspeicher »überbuchen«? .....	138
3.5.2	Hyper-V und der statische Arbeitsspeicher .....	140
3.5.3	Dynamic Memory – ein Ausweg? .....	141
3.5.4	Wie Dynamic Memory funktioniert .....	144
3.5.5	Dynamic Memory konfigurieren .....	146
3.5.6	Smart Paging .....	147
3.5.7	NUMA-Einstellungen .....	148
3.5.8	Arbeitsspeicher und das Storage-System .....	150
3.5.9	Einschränkungen von Dynamic Memory .....	152
3.5.10	Empfehlungen zu Dynamic Memory .....	154
<b>3.6</b>	<b>Discrete Device Assignment</b> .....	156
<b>3.7</b>	<b>Sicherheit beginnt beim Design</b> .....	158
3.7.1	VM-Umgebungen multiplizieren Nachlässigkeiten .....	160
3.7.2	Ganzheitliche Sicherheitskonzepte .....	163
3.7.3	Den Host absichern .....	170
3.7.4	Firewall-Virtualisierung .....	173
3.7.5	Port ACLs .....	173
3.7.6	Hyper-V-Switch-Erweiterungen .....	174
3.7.7	CSV und BitLocker .....	174
3.7.8	Administration mit JEA delegieren .....	175
3.7.9	Sollen die Hyper-V-Hosts in die Domäne? .....	188
3.7.10	Shielded Virtual Machines .....	192
<b>3.8</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	200

## 4 Storage 201

---

<b>4.1 Grundlagen</b>	201
4.1.1 Crashkurs Storage: DAS, NAS, SAN oder was?	202
4.1.2 Welches Speichersystem brauche ich wann?	212
4.1.3 Speicherpfade	215
<b>4.2 DAS: Direct Attached Storage</b>	216
<b>4.3 ReFS</b>	224
4.3.1 Die Maximalwerte	225
4.3.2 Die Arbeit mit Metadaten	225
4.3.3 Integrity Streams	226
4.3.4 Block Cloning	226
<b>4.4 SAN</b>	228
4.4.1 Server mit iSCSI anbinden	229
4.4.2 Server mit Fibre Channel anbinden	230
4.4.3 vSAN einrichten	231
<b>4.5 Storage Spaces</b>	235
4.5.1 Alles eine Frage des Designs	235
4.5.2 Storage Spaces mit DAS	258
4.5.3 Storage Spaces im Shared-JBOD-Design	266
4.5.4 Storage Spaces Direct (S2D)	282
<b>4.6 Storage Replica</b>	305
4.6.1 Grundsätzliche Überlegungen	305
4.6.2 Die Replikation zwischen zwei Servern	309
4.6.3 Die Replikation innerhalb eines Stretch-Clusters	314
4.6.4 Die Replikation zwischen zwei Failover-Clustern	315

## 5 Netzwerk 317

---

<b>5.1 Netzwerkgrundlagen</b>	317
5.1.1 Wie funktioniert das Netzwerk in Hyper-V?	319
5.1.2 Virtuelle Switches einrichten	328
5.1.3 Netzwerktypen in Hyper-V	335
5.1.4 Hyper-V-Netzwerke konfigurieren	340
5.1.5 Sprechende Namen wählen	346
5.1.6 Hardware-Spezialitäten	349
5.1.7 Netzwerkkarten-Teams einrichten	358
5.1.8 Switch Embedded Teaming (SET)	364

5.1.9	SET-Modi und -Einstellungen .....	367
5.1.10	SET verwalten .....	367
5.1.11	Den Lastenausgleichsmodus für SET ändern .....	368
5.1.12	Remote Direct Memory Access (RDMA) .....	368
5.1.13	Erweiterbare Netzwerk-Switches .....	372
5.1.14	10-Gigabit-Netzwerke und mehr .....	381
5.1.15	Hyper-V-Netzwerkvirtualisierung .....	391
5.1.16	Empfehlungen zu Netzwerken in Hyper-V .....	400
5.1.17	Fallbeispiele für das Netzwerk .....	402
<b>5.2</b>	<b>Herkömmliche Designs</b> .....	404
<b>5.3</b>	<b>Converged Designs</b> .....	404
<b>5.4</b>	<b>Neuerungen in Windows Server 2016</b> .....	405
5.4.1	Datacenter Firewall .....	405
5.4.2	Netzwerkcontroller .....	406
5.4.3	Software Load Balancer .....	408
5.4.4	Virtual Extensible LAN (VXLAN) .....	409
<b>5.5</b>	<b>Netzwerkprobleme ermitteln und Netzwerkoptimierung</b> .....	410
<b>5.6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	412

## 6 Virtuelle Maschinen 413

---

<b>6.1</b>	<b>Design und Sizing</b> .....	414
<b>6.2</b>	<b>Ressourcen einer VM</b> .....	415
6.2.1	Hyper-V und die USB-Schnittstelle .....	416
6.2.2	Virtuelle Maschinen der »Generation 1« und »Generation 2« .....	417
6.2.3	VM erzeugen mit dem Assistenten .....	419
6.2.4	VM-Eigenschaften bearbeiten .....	423
6.2.5	Arbeitsspeicher .....	432
6.2.6	Prozessor .....	437
6.2.7	Festplatten .....	449
6.2.8	LUNs in einer VM .....	468
6.2.9	Netzwerkkarten .....	475
6.2.10	Integrationsdienste .....	486
6.2.11	VMs der Generation 2 .....	494
<b>6.3</b>	<b>VM-Gruppen</b> .....	502
<b>6.4</b>	<b>Ressourcen-Pools und Verbrauchsmessung</b> .....	505
6.4.1	Verbrauchsmessung für einzelne VMs .....	507

6.4.2	Ressourcen-Pools als Abrechnungsbasis .....	508
6.4.3	Ressourcen-Pools einrichten .....	510
<b>6.5</b>	<b>VM-Versionen .....</b>	<b>517</b>
<b>6.6</b>	<b>VM-Konfigurationsdaten auf dem Host .....</b>	<b>518</b>
6.6.1	Dateipfade .....	519
6.6.2	Konfigurationsdateien .....	520
6.6.3	Konfigurationsdateien wiederfinden .....	521
<b>6.7</b>	<b>VM-Verwaltung mit VMConnect .....</b>	<b>522</b>
6.7.1	VMConnect nutzen .....	522
6.7.2	Erweiterte Sitzung .....	527
6.7.3	Datenaustausch mit einer VM .....	530
<b>6.8</b>	<b>Einstellungen innerhalb einer VM .....</b>	<b>534</b>
6.8.1	Remote Desktop aktivieren .....	534
6.8.2	Netzwerkkarten benennen .....	535
6.8.3	Den Host identifizieren .....	536
<b>6.9</b>	<b>Arbeiten mit Vorlagen .....</b>	<b>538</b>
6.9.1	Sysprep .....	539
6.9.2	Sicherer Umgang mit VM-Vorlagen .....	541
<b>6.10</b>	<b>VM-Prüfpunkte .....</b>	<b>541</b>
6.10.1	Was ist ein Prüfpunkt? .....	542
6.10.2	Standardprüfpunkte .....	542
6.10.3	Produktionsprüfpunkte .....	544
6.10.4	Einen Prüfpunkt erzeugen .....	548
6.10.5	Die Eigenschaften eines Prüfpunkts .....	549
6.10.6	Zurück in der Zeit: Einen Prüfpunkt anwenden .....	551
6.10.7	Entfernen eines Prüfpunkts .....	552
6.10.8	Einen Prüfpunkt exportieren .....	554
<b>6.11</b>	<b>VMs exportieren und importieren .....</b>	<b>554</b>
6.11.1	Der Export .....	554
6.11.2	Der Live-Export .....	555
6.11.3	VM-Prüfpunkte exportieren .....	555
6.11.4	Nur die VM-Konfiguration exportieren .....	556
6.11.5	Der Import .....	557
<b>6.12</b>	<b>Offline-VMs verwalten .....</b>	<b>561</b>
6.12.1	Windows ohne Setup installieren .....	561
6.12.2	Rollen in VHDs installieren .....	564
6.12.3	Windows-Updates in VHDs installieren .....	566
6.12.4	Unbeaufsichtigte Konfiguration einer VHD .....	569
6.12.5	VHDs optimieren .....	569

<b>6.13</b>	<b>Linux-VMs installieren</b>	570
6.13.1	Die Integration Services für Linux	570
6.13.2	Eine Linux-VM installieren	573
6.13.3	Erfahrungen mit dem Betrieb	575
<b>6.14</b>	<b>Server-Applikationen in VMs betreiben</b>	576
6.14.1	Microsofts Support-Policy	577
6.14.2	Gast-Cluster	578
6.14.3	Active Directory	579
6.14.4	Exchange Server	589
6.14.5	SQL Server	595
6.14.6	Oracle Database	600
6.14.7	SharePoint	601
6.14.8	Skype for Business Server 2015 und Lync Server 2013	603
6.14.9	Remote Desktop Services	604
<b>6.15</b>	<b>Zusammenfassung</b>	607

## 7 Container 609

---

<b>7.1</b>	<b>Prozessisolierung mit Containern</b>	609
<b>7.2</b>	<b>Container – Hype oder Realität?</b>	610
<b>7.3</b>	<b>Funktionsweise</b>	612
<b>7.4</b>	<b>Container unter Windows</b>	613
7.4.1	Windows-Server-Container	613
7.4.2	Hyper-V-Container	614
7.4.3	Lizenzierung	614
7.4.4	Basis-Images	615
<b>7.5</b>	<b>Einen Container-Host einrichten</b>	616
7.5.1	Windows Server 2016 als Container-Host	616
7.5.2	Windows 10 als Container-Host	617
<b>7.6</b>	<b>Docker einrichten</b>	618
7.6.1	Installation	619
7.6.2	Grundlagen	620
7.6.3	Netzwerk	621
7.6.4	Daten	622
7.6.5	PowerShell für Docker	622

<b>7.7</b>	<b>Container verwenden</b>	623
7.7.1	Container ausführen	623
7.7.2	Interaktiv oder als Dienst?	624
7.7.3	Container verwalten	625
7.7.4	Hyper-V-Container starten	628
7.7.5	Docker Hub verwenden	628
7.7.6	Netzwerk verbinden	630
7.7.7	Umgebungsvariablen übergeben	631
7.7.8	Daten persistieren	632
7.7.9	Container debuggen	632
7.7.10	Daten austauschen	634
<b>7.8</b>	<b>Images erstellen</b>	634
7.8.1	Wichtige Befehl im Dockerfile	636
7.8.2	Container-Images wiederverwenden?	637
7.8.3	Images versionieren	638
7.8.4	Images verwalten und aufräumen	639
7.8.5	Images veröffentlichen	639
<b>7.9</b>	<b>Remoting mit Docker</b>	640
7.9.1	Konfiguration des Hosts	640
7.9.2	Konfiguration des Clients	641
7.9.3	Container verwalten	642
7.9.4	Images bauen	642
7.9.5	Cross-Platform	642
<b>7.10</b>	<b>Tipps und Tricks</b>	643
7.10.1	Container-Images sind statisch	643
7.10.2	Container-Images sind minimalistisch	643
7.10.3	PowerShell statt Cmd	644
7.10.4	ENTRYPOINT und CMD	645
7.10.5	Das Bauen beschleunigen	645
7.10.6	Den Betrieb beschleunigen	646
7.10.7	Lesbarkeit von Dockerfiles	647
7.10.8	Versionierung	649
7.10.9	Micro-Labeling	650
<b>7.11</b>	<b>Sicherheit</b>	652
7.11.1	Absichern des Docker-Dienstes	652
7.11.2	Privilegierte Container vermeiden	654
<b>7.12</b>	<b>Ausblick</b>	655
7.12.1	Noch mehr Docker	655
7.12.2	Andere Orchestrierungslösungen	656
7.12.3	Grafische Container-Verwaltung	656



<b>8.1</b>	<b>Warum ist Verfügbarkeit ein Thema?</b>	659
8.1.1	Was ist überhaupt Verfügbarkeit?	660
8.1.2	Wie abhängig sind wir wirklich?	662
8.1.3	Was ist eigentlich ein Ausfall?	663
8.1.4	Wenn Redundanz zum Problem wird	665
8.1.5	Grenzen des Clusterings	668
8.1.6	Das Konzept entscheidet	668
<b>8.2</b>	<b>Failover-Clustering</b>	670
8.2.1	Überblick	671
8.2.2	Terminologie	671
8.2.3	Cluster-Arten	674
8.2.4	Historie des Windows-Clusterings	675
8.2.5	Neuerungen im Failover-Cluster	676
8.2.6	Virtual Machine Compute Resiliency	678
8.2.7	Hardware für einen Cluster	688
8.2.8	Cluster-Validierung	689
8.2.9	Best Practices für Cluster	693
8.2.10	Cluster-Quorum	697
8.2.11	Cluster-Speicher	700
8.2.12	Einen Cluster einrichten	703
8.2.13	Gast-Cluster	709
8.2.14	Cluster-Rollen	710
8.2.15	Failover-Cluster verwalten	715
8.2.16	Cluster-fähiges Aktualisieren	726
8.2.17	Arten von Cluster-Aktualisierungen	728
8.2.18	Die Aufgabenplanung einbinden	730
8.2.19	Node Vote Weights	731
8.2.20	Node Drain	732
8.2.21	Virtual Machine Monitoring	734
8.2.22	Failover-Cluster per PowerShell verwalten	736
8.2.23	Cluster ohne Active-Directory-Namensobjekte	741
<b>8.3</b>	<b>Speicher-Cluster mit Windows Server 2016</b>	746
8.3.1	Storage Spaces im Cluster	747
8.3.2	iSCSI-Target als Cluster-Rolle	749
<b>8.4</b>	<b>NAS statt SAN</b>	750
8.4.1	Authentifizierung mit CredSSP	750
8.4.2	Authentifizierung mit Kerberos	751
<b>8.5</b>	<b>Host-Cluster mit Hyper-V</b>	753

<b>8.6</b>	<b>Live-Migration</b>	759
8.6.1	Funktionsweise	759
8.6.2	Einsatzszenarien	760
8.6.3	Voraussetzungen	760
8.6.4	Konfiguration	761
8.6.5	Die VM-Replikation verwenden	764
8.6.6	Speicher-Live-Migration	768
8.6.7	Bandbreiten-Management	771
8.6.8	Storage Quality of Services (QoS)	772
8.6.9	Storage-QoS unterstützt zwei Bereitstellungsszenarien	773
8.6.10	Live-Migration im Failover-Cluster	775
<b>8.7</b>	<b>VM-Replikation</b>	776
8.7.1	Funktionsweise	777
8.7.2	Die Hosts konfigurieren	778
8.7.3	Die VM-Replikation aktivieren	780
8.7.4	Replikation in virtuellen Maschinen konfigurieren	787
8.7.5	Das Replikat	790
8.7.6	Replizierte VMs testen	791
8.7.7	Geplantes Failover	793
8.7.8	Das Replikat in Betrieb nehmen	794
8.7.9	Wiederherstellungspunkte	796
8.7.10	Microsoft Azure Site Recovery	797
<b>8.8</b>	<b>Failover-Cluster-Protokollierung und Fehleranalyse</b>	803
8.8.1	Ereignisse im Cluster von der Failover-Cluster-Verwaltungs- konsole anzeigen lassen	806
8.8.2	Failover-Cluster -Fehlersuche und -Fehlerbehebung	806
<b>8.9</b>	<b>Rolling Cluster Update</b>	808
8.9.1	Ablauf einer Cluster-Migration	809
8.9.2	Einschränkungen des Rolling Cluster Updates	810
<b>8.10</b>	<b>Zusammenfassung</b>	811

---

## 9 Backup, Monitoring und Migration 813

<b>9.1</b>	<b>Daten sichern und wiederherstellen</b>	814
9.1.1	Restore ist mehr als Backup!	814
9.1.2	Anforderungen klären	815
9.1.3	Methoden auswählen	818
9.1.4	Ebenen des Backups	819
9.1.5	Die Wiederherstellung planen	833

9.1.6	Backup-Techniken in Hyper-V .....	840
9.1.7	Windows Server-Sicherung .....	842
9.1.8	Drittanbieter-Software .....	860
<b>9.2</b>	<b>Probleme erkennen und bearbeiten .....</b>	<b>861</b>
9.2.1	Ereignisprotokolle nutzen .....	862
9.2.2	Aufgaben an Ereignisse koppeln .....	868
9.2.3	Mit Operationsbesteck Probleme bearbeiten .....	871
<b>9.3</b>	<b>Virtuelle Umgebungen überwachen .....</b>	<b>875</b>
9.3.1	Performance-Überwachung und -Tuning von Windows Server 2016 .....	876
9.3.2	Leistungsüberwachung von Hyper-V-Hosts .....	876
9.3.3	Microsoft-nahe Werkzeuge .....	877
9.3.4	Hyper-V mit Drittanbieter-Tools überwachen .....	878
9.3.5	Die Performance von Hyper-V-Systemen überwachen .....	879
9.3.6	Die Funktion der Umgebung überwachen .....	879
9.3.7	VM-Monitoring .....	881
<b>9.4</b>	<b>Hosts und VMs migrieren .....</b>	<b>884</b>
9.4.1	Von früheren Hyper-V-Versionen umstellen .....	884
9.4.2	Von VMware vSphere zu Hyper-V migrieren .....	897
9.4.3	Physische Server virtualisieren .....	903
<b>9.5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>911</b>

## **10 Fallbeispiele** 913

---

<b>10.1</b>	<b>Die Fallbeispiele im fertigen Zustand .....</b>	<b>913</b>
10.1.1	Die A. Datum GmbH .....	914
10.1.2	Die Contoso AG .....	915
10.1.3	Die Fabrikam AG .....	919

## **11 Finale** 923

---

<b>11.1</b>	<b>Lizenzierung für Hyper-V .....</b>	<b>923</b>
11.1.1	Server: Das Betriebssystem .....	924
11.1.2	Applikationen: Lizenzmobilität .....	926
<b>11.2</b>	<b>Werkzeugkasten für Hyper-V .....</b>	<b>927</b>
<b>11.3</b>	<b>Community und Quellen .....</b>	<b>929</b>

<b>Index .....</b>	<b>933</b>
--------------------	------------