

Inhalt

1 Einleitung	17
1.1 Was wir Ihnen bieten	18
1.1.1 Das Buch als Ganzes	19
1.1.2 Die elf Kapitel	20
1.2 Die Autoren	27
1.3 Warum virtualisieren wir eigentlich?	29
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
1.4 Virtuelle Welten: Die Fallstudien	37
1.4.1 Die A. Datum GmbH	38
1.4.2 Die Contoso AG	40
1.4.3 Die Fabrikam AG	43
1.5 Hyper-V und der Virtualisierungsmarkt	44
1.5.1 Server-Virtualisierung: Eine Historie	46
1.5.2 Die Großen am Markt	48
1.5.3 Microsofts Virtualisierungsweg	52
2 Hyper-V im Überblick	57
2.1 Die Architektur	59
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
2.2 Paravirtualisierung und Emulation	64
2.3 Hardware-Virtualisierung	65
2.4 Der VMBus und die Integration Services	67

2.5	Das Management-OS	69
2.6	Der Virtualisierungs-Stack	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
2.7	Child-Partitionen	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
2.8	Best Practices Analyzer	76
2.9	Vergleich mit Hyper-V unter Windows Server 2012 R2	79
2.9.1	Zahlen, Daten, Fakten	79
2.9.2	Die großen und kleinen Erweiterungen	80
2.10	Virtuelle Gäste	81
2.10.1	Funktionierende und unterstützte VM-Betriebssysteme	81
2.10.2	Technische Limits	83
2.10.3	Alte Betriebssysteme betreiben	85
2.11	Allgemeine Administration	86
2.11.1	Grafische Oberfläche	86
2.11.2	PowerShell	91
2.12	Mit der PowerShell administrieren	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
2.13	Zusammenfassung	109

3 Host-Server

3.1	Die Grundinstallation	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
3.2	Hyper-V-Server	123
3.2.1	Installieren und einrichten	123
3.2.2	Dritthersteller-Tools zur Verwaltung nutzen	127
3.3	Client Hyper-V	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
3.4	Umgang mit der Host-CPU	134
3.4.1	Host Resource Protection	134
3.4.2	Nested Virtualization	135
3.5	Arbeitsspeicher	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
3.6	Discrete Device Assignment	156
3.7	Sicherheit beginnt beim Design	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
3.8	Zusammenfassung	200

4 Storage

201

4.1	Grundlagen	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
4.2	DAS: Direct Attached Storage	216
4.3	ReFS	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
4.4	SAN	228
4.4.1	Server mit iSCSI anbinden	229
4.4.2	Server mit Fibre Channel anbinden	230
4.4.3	vSAN einrichten	231
4.5	Storage Spaces	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
4.6	Storage Replica	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

5.1	Netzwerkgrundlagen	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
5.2	Herkömmliche Designs	404
5.3	Converged Designs	404
5.4	Neuerungen in Windows Server 2016	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
5.5	Netzwerkprobleme ermitteln und Netzwerkoptimierung	410
5.6	Zusammenfassung	412

6	Virtuelle Maschinen	413
6.1	Design und Sizing	414
6.2	Ressourcen einer VM	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
6.3	VM-Gruppen	502
6.4	Ressourcen-Pools und Verbrauchsmessung	505
6.4.1	Verbrauchsmessung für einzelne VMs	507

6.4.2	Ressourcen-Pools als Abrechnungsbasis	508
6.4.3	Ressourcen-Pools einrichten	510
6.5	VM-Versionen	517
6.6	VM-Konfigurationsdaten auf dem Host	518
6.6.1	Dateipfade	519
6.6.2	Konfigurationsdateien	520
6.6.3	Konfigurationsdateien wiederfinden	521
6.7	VM-Verwaltung mit VMConnect	522
6.7.1	VMConnect nutzen	522
6.7.2	Erweiterte Sitzung	527
6.7.3	Datenaustausch mit einer VM	530
6.8	Einstellungen innerhalb einer VM	534
6.8.1	Remote Desktop aktivieren	534
6.8.2	Netzwerkarten benennen	535
6.8.3	Den Host identifizieren	536
6.9	Arbeiten mit Vorlagen	538
6.9.1	Sysprep	539
6.9.2	Sicherer Umgang mit VM-Vorlagen	541
6.10	VM-Prüfpunkte	541
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
6.11	VMs exportieren und importieren	554
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
6.12	Offline-VMs verwalten	561
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

6.13	Linux-VMs installieren	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
6.14	Server-Applikationen in VMs betreiben	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
6.15	Zusammenfassung	607

7	Container	609
7.1	Prozessisolierung mit Containern	609
7.2	Container – Hype oder Realität?	610
7.3	Funktionsweise	612
7.4	Container unter Windows	613
7.4.1	Windows-Server-Container	613
7.4.2	Hyper-V-Container	614
7.4.3	Lizenzerstellung	614
7.4.4	Basis-Images	615
7.5	Einen Container-Host einrichten	616
7.5.1	Windows Server 2016 als Container-Host	616
7.5.2	Windows 10 als Container-Host	617
7.6	Docker einrichten	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

7.7	Container verwenden	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
7.8	Images erstellen	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
7.9	Remoting mit Docker	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
7.10	Tipps und Tricks	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-Labelling	650
7.11	Sicherheit	652
7.11.1	Absichern des Docker-Dienstes	652
7.11.2	Privilegierte Container vermeiden	654
7.12	Ausblick	655
7.12.1	Noch mehr Docker	655
7.12.2	Andere Orchestrierungslösungen	656
7.12.3	Grafische Container-Verwaltung	656

8.1	Warum ist Verfügbarkeit ein Thema?	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
8.2	Failover-Clustering	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
8.3	Speicher-Cluster mit Windows Server 2016	746
8.3.1	Storage Spaces im Cluster	747
8.3.2	iSCSI-Target als Cluster-Rolle	749
8.4	NAS statt SAN	750
8.4.1	Authentifizierung mit CredSSP	750
8.4.2	Authentifizierung mit Kerberos	751
8.5	Host-Cluster mit Hyper-V	753

8.6	Live-Migration	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
8.7	VM-Replikation	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
8.8	Failover-Cluster-Protokollierung und Fehleranalyse	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
8.9	Rolling Cluster Update	808
8.9.1	Ablauf einer Cluster-Migration	809
8.9.2	Einschränkungen des Rolling Cluster Updates	810
8.10	Zusammenfassung	811

9	Backup, Monitoring und Migration	813
9.1	Daten sichern und wiederherstellen	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
9.2	Probleme erkennen und bearbeiten	861
9.2.1	Ereignisprotokolle nutzen	862
9.2.2	Aufgaben an Ereignisse koppeln	868
9.2.3	Mit Operationsbesteck Probleme bearbeiten	871
9.3	Virtuelle Umgebungen überwachen	875
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
9.4	Hosts und VMs migrieren	884
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
9.5	Zusammenfassung	911

10 Fallbeispiele 913

10.1	Die Fallbeispiele im fertigen Zustand	913
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

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

Index	933
-------------	-----