

# Auf einen Blick

1	Einleitung .....	37
2	vSphere-Architektur .....	53
3	vMotion und Storage vMotion .....	97
4	Cluster .....	173
5	Installation von ESXi und vCenter .....	235
6	Verwaltungsmöglichkeiten .....	331
7	Das Netzwerk in VMware vSphere .....	359
8	Netzwerkvirtualisierung mit VMware NSX Data Center .....	443
9	Storage-Architektur .....	537
10	VMware vSAN .....	637
11	Pure Storage .....	675
12	VMware vSphere und NetApp-Storage .....	701
13	Die private Cloud mit Nutanix .....	717
14	Konfiguration von ESXi und vCenter .....	821
15	Konfiguration von vCenter-Add-ons .....	935
16	Monitoring .....	1003
17	Datensicherung von vSphere-Umgebungen .....	1057
18	Ausfallsicherheit .....	1131
19	Automatisierung von vSphere .....	1167
20	Virtuelle Maschinen .....	1185
21	Kubernetes .....	1273
22	VMware Cloud Foundation 4.0 .....	1295

# Inhalt

Vorworte und Danksagungen .....	27
---------------------------------	----

## **1 Einleitung** 37

---

<b>1.1 Servervirtualisierung</b> .....	37
1.1.1 Was ist Servervirtualisierung? .....	37
1.1.2 Was ist eine virtuelle Maschine? .....	38
1.1.3 Warum virtualisiert man? .....	38
1.1.4 Gibt es auch Nachteile? .....	39
1.1.5 Welche Arten der Virtualisierung gibt es? .....	40
<b>1.2 Die VMware-Produktfamilie</b> .....	41
1.2.1 VMware Workstation .....	41
1.2.2 VMware Workstation Player .....	42
1.2.3 VMware Fusion und VMware Fusion Professional .....	42
1.2.4 VMware vSphere Hypervisor (ESXi) .....	42
1.2.5 VMware ESXi .....	43
1.2.6 VMware vSphere .....	43
<b>1.3 Einführung in die VMware-Servervirtualisierung</b> .....	44

## **2 vSphere-Architektur** 53

---

<b>2.1 Infrastrukturbestandteile eines Software-Defined Datacenter (SDDC)</b> .....	53
<b>2.2 vSphere-Host</b> .....	54
2.2.1 Hardware .....	54
2.2.2 Hardware Compatibility List (HCL) .....	55
<b>2.3 Architektur eines vSphere-Hosts</b> .....	55
<b>2.4 Grundlagen der CPU-Virtualisierung</b> .....	57
2.4.1 CPU-Affinität .....	59
2.4.2 Hyperthreading .....	59
2.4.3 Virtual SMP (vSMP) .....	61
2.4.4 Best Practices .....	66
<b>2.5 Grundlagen der Memory-Virtualisierung</b> .....	66
2.5.1 Virtual Machine Memory .....	67

2.5.2	Memory-Overhead .....	68
2.5.3	Memory-Overcommitment .....	68
2.5.4	Memory-Compression .....	68
2.5.5	Content-based Page-Sharing .....	68
2.5.6	Memory-Ballooning .....	69
2.5.7	Memory-Swapping .....	70
2.5.8	Best Practices .....	71
<b>2.6</b>	<b>Grundlagen der Hardwarevirtualisierung .....</b>	<b>71</b>
<b>2.7</b>	<b>Management einer virtuellen vSphere-Infrastruktur .....</b>	<b>73</b>
2.7.1	vCenter-Server-Topologien .....	73
2.7.2	Abgekündigte vCenter-Topologien .....	74
2.7.3	Der Weg zur unterstützten Topologie .....	78
2.7.4	Enhanced Linked Mode .....	78
2.7.5	vCenter Server .....	79
<b>2.8</b>	<b>Verschlüsselung .....</b>	<b>91</b>
<b>2.9</b>	<b>Maximale Ausstattung .....</b>	<b>92</b>

### **3 vMotion und Storage vMotion** 97

---

<b>3.1</b>	<b>vMotion .....</b>	<b>100</b>
3.1.1	Die grundsätzliche Funktionsweise von vMotion .....	102
3.1.2	Voraussetzungen für ein erfolgreiches vMotion .....	107
3.1.3	vMotion-Spezialfunktionen .....	116
3.1.4	Bedienung .....	140
3.1.5	Sicherheit .....	143
3.1.6	Problemfälle .....	144
3.1.7	vMotion Configuration Maximums und Support .....	152
3.1.8	Lizenzierung .....	152
<b>3.2</b>	<b>Storage vMotion .....</b>	<b>153</b>
3.2.1	Funktionsweise .....	153
3.2.2	Voraussetzungen .....	160
3.2.3	Storage-vMotion-Funktionen und Methoden .....	162
3.2.4	Bedienung .....	163
3.2.5	Problemfälle .....	167
3.2.6	Troubleshooting .....	170
3.2.7	Storage vMotion Configuration Maximums .....	170
3.2.8	Lizenzierung .....	171

<b>4.1 Cluster-Objekt</b> .....	173
4.1.1 Einen Cluster anlegen .....	174
4.1.2 Der EVC-Mode (Enhanced vMotion Compatibility Mode) .....	175
<b>4.2 HA-Cluster</b> .....	179
4.2.1 Technologieübersicht .....	180
4.2.2 Voraussetzungen für HA .....	184
4.2.3 HA-Komponenten .....	186
4.2.4 Lizenzierung von HA .....	186
4.2.5 Einrichtung von HA .....	187
4.2.6 Gemeinsamer Einsatz von unterschiedlichen ESXi-Versionen .....	191
4.2.7 HA Advanced Options .....	192
4.2.8 Virtual Machine Options .....	196
4.2.9 Der HA-Agent (oder: Was passiert beim Hinzufügen eines ESXi-Hosts zum HA-Cluster?) .....	199
4.2.10 Reconfigure for vSphere HA .....	200
4.2.11 Das Verhalten eines HA-Clusters .....	201
4.2.12 HA-Slot-Berechnung .....	202
4.2.13 HA-Primary- und -Secondary-Agents .....	204
4.2.14 HA-Hostisolation .....	204
4.2.15 HA und getrennte (disconnected) ESXi-Server .....	206
4.2.16 HA und DNS .....	206
4.2.17 HA im vSphere-Client (oder: Der Cluster treibt's bunt ...) .....	207
4.2.18 HA-Limitierungen mit vSphere .....	207
4.2.19 HA Virtual Machine Monitoring .....	208
4.2.20 Host-Monitoring der Storage-Anbindungen .....	211
<b>4.3 DRS-Cluster</b> .....	215
4.3.1 Technologieübersicht .....	215
4.3.2 Lizenzierung von DRS .....	217
4.3.3 Einen DRS-Cluster anlegen .....	217
4.3.4 Prioritäten-Ranking .....	218
4.3.5 DRS Automation Level .....	218
4.3.6 DRS Groups Manager .....	222
4.3.7 DRS Affinity Rules .....	224
4.3.8 DRS Virtual Machine Options .....	229
4.3.9 DRS und Ressourcenpools .....	230
4.3.10 DRS und der Maintenance-Modus .....	230
4.3.11 DRS-Limitierungen mit vSphere .....	231
4.3.12 Power Management .....	231
4.3.13 HA und DRS in Kombination .....	234

<b>5.1</b>	<b>VMware vSphere 7</b> .....	235
5.1.1	VMware-vSphere-Systemvoraussetzungen .....	235
5.1.2	Download der Installationsmedien .....	238
5.1.3	Vor der Installation .....	240
5.1.4	Lokale Installation .....	241
5.1.5	Der erste Start von vSphere 7 .....	246
5.1.6	Installation über das Netzwerk .....	248
5.1.7	Installation im FCoE bzw. SAN .....	249
5.1.8	Installation in der virtuellen Maschine .....	250
<b>5.2</b>	<b>Upgrade auf vSphere 7</b> .....	251
<b>5.3</b>	<b>Quick Boot ESXi</b> .....	257
<b>5.4</b>	<b>Der Platform Services Controller</b> .....	257
<b>5.5</b>	<b>Installation der VMware vCenter Server Appliance</b> .....	258
5.5.1	Installation des vCenter als Appliance .....	258
<b>5.6</b>	<b>Patchen des vCenter Servers</b> .....	274
<b>5.7</b>	<b>Upgrade des vCenter Servers</b> .....	279
5.7.1	Upgrade der VCSA von 6.5 bzw. 6.7 .....	279
5.7.2	vCenter-Server-Upgrade (Windows-basiert) .....	290
<b>5.8</b>	<b>Migration vom Windows vCenter zur vCenter Server Appliance</b> .....	290
<b>5.9</b>	<b>Nachträgliche Änderungen am vCenter</b> .....	297
5.9.1	Ändern der vCenter-Server-FQDN bzw. -IP .....	298
5.9.2	vCenter-Replikationsketten .....	299
5.9.3	Wechsel in eine andere existierende SSO-Domäne .....	302
5.9.4	Linked Mode verlassen in neue SSO-Domäne .....	304
5.9.5	Dekommissionierung eines vCenter Servers .....	305
<b>5.10</b>	<b>vCenter-Server-Komponenten</b> .....	306
5.10.1	Update Manager Download Service .....	307
5.10.2	VMware vSphere Replication .....	307
5.10.3	VMware Image Builder .....	310
5.10.4	PowerCLI .....	312
5.10.5	Zertifikate .....	314
<b>5.11</b>	<b>VMware vCenter Converter Standalone</b> .....	318
<b>5.12</b>	<b>Hochverfügbarkeit für vCenter Server und Komponenten</b> .....	320
5.12.1	vCenter HA für die VCSA .....	320
<b>5.13</b>	<b>Lizenzierung</b> .....	329

## **6 Verwaltungsmöglichkeiten** 331

---

<b>6.1</b>	<b>Die lokale Hostkonsole</b> .....	331
<b>6.2</b>	<b>Zugriff auf die Hostkonsole per SSH</b> .....	332
<b>6.3</b>	<b>Die Weboberfläche des Hosts</b> .....	333
<b>6.4</b>	<b>Die lokale VCSA-Konsole</b> .....	334
<b>6.5</b>	<b>Zugriff auf die VCSA per SSH</b> .....	335
<b>6.6</b>	<b>Die Weboberfläche der VCSA</b> .....	336
<b>6.7</b>	<b>vSphere Web Client</b> .....	337
6.7.1	Administration des vCenters .....	342
<b>6.8</b>	<b>Administration über mobile Geräte</b> .....	346
<b>6.9</b>	<b>vCenter Server</b> .....	347
6.9.1	Zugriff auf den vCenter Server .....	347
6.9.2	Verlinken von vCenter Servern .....	348
6.9.3	Hinzufügen von ESXi-Hosts zum vCenter .....	348
6.9.4	Verwaltung von vSphere-Hosts .....	349
6.9.5	Weitere Funktionen des vCenter Servers .....	350
6.9.6	Einbindung ins Active Directory .....	352
6.9.7	Troubleshooting des vCenter Servers .....	355
<b>6.10</b>	<b>VMware vSphere PowerCLI</b> .....	357

## **7 Das Netzwerk in VMware vSphere** 359

---

<b>7.1</b>	<b>Grundsätzliche Planungsaspekte</b> .....	359
7.1.1	Gutes Netzwerkdesign .....	359
7.1.2	1- und 10-Gigabit-LAN und die maximale Anzahl physischer NICs .....	360
7.1.3	1- und 10-GBit-Technologie versus Load-Balancing und Verkehrsmusterkontrolle .....	361
7.1.4	Wie viel Bandbreite benötige ich in der Praxis wirklich? .....	361
7.1.5	VLANs oder keine VLANs? .....	361
7.1.6	Physische Switches können die Load-Balancing-Policy beeinflussen .....	363
7.1.7	Links zwischen den physischen Switches .....	364
<b>7.2</b>	<b>Die physischen und virtuellen Netzwerkschichten</b> .....	364
7.2.1	Netzwerkkarten .....	364
7.2.2	Switches .....	365

7.2.3	Port .....	365
7.2.4	Port Group .....	365
<b>7.3</b>	<b>Die physischen Netzwerkkarten im Host .....</b>	<b>367</b>
<b>7.4</b>	<b>vSS und vDS – eine Gegenüberstellung .....</b>	<b>369</b>
7.4.1	Die Eigenschaften der vSwitch-Typen im Überblick .....	370
7.4.2	Die beiden vSwitch-Typen .....	371
7.4.3	Der Switch-Teil bei vSS und vDS .....	373
7.4.4	Port Groups bei vSS und vDS .....	373
7.4.5	Ports bei vSS und vDS .....	373
7.4.6	Die Layer-2-Security-Policies .....	373
7.4.7	Traffic Shaping .....	375
7.4.8	Die VLAN-Einstellungen der vSwitch-Typen .....	376
7.4.9	Die NIC-Teaming- und die Load-Balancing-Policies der vSwitch-Typen .....	380
7.4.10	Die Arbeitsweise der Load-Balancing-Policies .....	381
7.4.11	CDP – Cisco Discovery Protocol der vSwitch-Typen .....	386
7.4.12	Configuration Maximums für vSS und vDS .....	388
<b>7.5</b>	<b>Arbeiten mit dem vNetwork Standard Switch (vSS) .....</b>	<b>389</b>
7.5.1	Der vSS ist hostbezogen .....	389
7.5.2	Die Konfigurationsmöglichkeiten zum vSS .....	389
7.5.3	Einstellungen auf dem Switch oder den Port Groups .....	391
<b>7.6</b>	<b>Arbeiten mit dem vNetwork Distributed Switch (vDS) .....</b>	<b>393</b>
7.6.1	Der vDS existiert im vCenter und im Host .....	393
7.6.2	Die Konfigurationsmöglichkeiten des vDS .....	394
7.6.3	Einstellungsmöglichkeiten auf dem vDS-Switch-Teil .....	396
7.6.4	Private VLANs .....	400
7.6.5	Einstellungsmöglichkeiten auf der Distributed Port Group .....	403
7.6.6	Network I/O Control .....	407
7.6.7	NetFlow .....	412
7.6.8	Port Mirroring .....	415
<b>7.7</b>	<b>Die Migration von vSS auf vDS .....</b>	<b>421</b>
<b>7.8</b>	<b>Managementnetzwerk – Reparaturfunktionen .....</b>	<b>430</b>
<b>7.9</b>	<b>Architektur-Beispiele .....</b>	<b>433</b>
7.9.1	Empfehlungen und Best Practices .....	433
7.9.2	Beispiel auf Basis verfügbarer Ports im Server .....	437
7.9.3	Beispiel 1 – ESXi-Hosts mit zwei Netzwerkports .....	438
7.9.4	Beispiel 2 – ESXi-Hosts mit vier Netzwerkports .....	439
7.9.5	Beispiel 3 – ESXi-Hosts mit sechs Netzwerkports .....	440

## 8 Netzwerkvirtualisierung mit VMware NSX Data Center 443

---

<b>8.1</b>	<b>VMware NSX: Geschichte und Vision</b> .....	444
<b>8.2</b>	<b>VMware NSX-T im Vergleich zu NSX-v: ein Überblick über die Unterschiede</b> .....	447
<b>8.3</b>	<b>VMware NSX-T im Überblick</b> .....	449
8.3.1	Lizenzierung .....	451
<b>8.4</b>	<b>Exkurs: Das GENEVE-Protokoll</b> .....	451
8.4.1	Was ist GENEVE, und warum wird es benötigt? .....	452
8.4.2	Die Grundidee von GENEVE .....	452
<b>8.5</b>	<b>Die Architektur von NSX-T</b> .....	455
8.5.1	Die Verwaltungsschicht (Management Plane) in NSX-T .....	456
8.5.2	Die Kontrollschicht (Control Plane) in NSX-T .....	457
8.5.3	Die Datenschicht (Data Plane) in NSX-T .....	457
8.5.4	Cloud-Management-Plattformen als optionale Erweiterung von NSX-T ....	457
<b>8.6</b>	<b>Die Komponenten von NSX-T im Detail</b> .....	458
8.6.1	Der NSX-Management-Cluster .....	458
8.6.2	Transportknoten .....	460
8.6.3	Edge-Cluster .....	461
8.6.4	Tier-0- und Tier-1-Gateways .....	462
8.6.5	Transportzone und Segmente .....	463
8.6.6	Distributed Firewall (DFW) und Gateway-Firewall .....	464
8.6.7	IDS (Intrusion Detection System) und IPS (Intrusion Prevention System) ...	464
<b>8.7</b>	<b>Die Einrichtung von NSX-T vorbereiten</b> .....	465
8.7.1	Hardwareanforderungen von NSX-T .....	465
8.7.2	Softwareanforderungen von NSX-T .....	470
8.7.3	Weitere Anforderungen von NSX-T .....	471
<b>8.8</b>	<b>Die NSX-T-Installation (Management Plane)</b> .....	471
8.8.1	Einrichtung des NSX-Managers .....	471
8.8.2	NSX-T mit Compute Manager verbinden .....	481
8.8.3	Hinzufügen weiterer NSX-T-Manager .....	484
8.8.4	Anlegen von IP-Pools, Transport Zones und Uplink Profile .....	489
8.8.5	Erstellen eines Transportknotenprofils .....	501
8.8.6	Einrichten von Host-Transportknoten .....	505
<b>8.9</b>	<b>NSX-T mit einer beispielhaften Netzwerktopologie</b> .....	506
8.9.1	Trunk-Gruppen anlegen in vSphere .....	508
8.9.2	Uplink-Profil und Transportzone anlegen .....	513
8.9.3	Erstellen von Edge-Transportknoten und Edge-Clustern .....	516
8.9.4	Tier-0- und Uplink-Segmente anlegen .....	519

8.9.5	Routing konfigurieren – BGP .....	524
8.9.6	Erstellen eines Overlay-Segments .....	529
8.9.7	Die Distributed Firewall einrichten .....	530
<b>8.10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>534</b>

## **9 Storage-Architektur** 537

---

<b>9.1</b>	<b>Lokale Medien .....</b>	<b>538</b>
9.1.1	SATA .....	538
9.1.2	SAS und SCSI .....	540
9.1.3	Fibre-Channel (FC) .....	541
9.1.4	NVMe (Non-Volatile Memory express) .....	541
9.1.5	IDE .....	541
9.1.6	SSD .....	541
9.1.7	USB .....	543
9.1.8	Cache .....	544
<b>9.2</b>	<b>Die Wahl: Block oder File? .....</b>	<b>544</b>
<b>9.3</b>	<b>Storage Area Network – was ist eigentlich ein SAN? .....</b>	<b>546</b>
<b>9.4</b>	<b>Infiniband .....</b>	<b>547</b>
<b>9.5</b>	<b>Kommunikation .....</b>	<b>548</b>
9.5.1	Kommunikationsadapter .....	548
9.5.2	Der Initiator .....	548
9.5.3	Das Target .....	552
9.5.4	Logical Unit Number (LUN) .....	553
9.5.5	Pfadmanagement (Active/Active, Active/Passive) .....	554
<b>9.6</b>	<b>FC-Speichernetzwerk .....</b>	<b>557</b>
9.6.1	Vorteile und Nachteile .....	558
9.6.2	Support-Matrix .....	558
9.6.3	Direct Attached .....	559
9.6.4	Fabric .....	559
9.6.5	Verkabelung .....	559
9.6.6	Zoning .....	560
9.6.7	Mapping .....	562
9.6.8	NPIV (N-Port ID Virtualization) .....	562
<b>9.7</b>	<b>FCoE .....</b>	<b>563</b>

<b>9.8</b>	<b>NVMe-oF</b> .....	565
<b>9.9</b>	<b>iSCSI-Speichernetzwerk</b> .....	566
9.9.1	Vorteile und Nachteile .....	567
9.9.2	Kommunikation .....	567
9.9.3	IP-SAN-Trennung .....	568
<b>9.10</b>	<b>Network File System (NFS)</b> .....	569
9.10.1	Kommunikation .....	570
9.10.2	NFS 3.1 / NFS 4 .....	572
9.10.3	Vorteile und Nachteile .....	574
<b>9.11</b>	<b>Flash-basierter Speicher</b> .....	575
9.11.1	VMFS-Datstore .....	575
9.11.2	DirectPath I/O / Dynamic DirectPath I/O .....	576
9.11.3	Host-Cache .....	579
9.11.4	Virtual SAN (vSAN) .....	582
<b>9.12</b>	<b>VMware-Storage-Architektur</b> .....	582
9.12.1	VMkernel-Storage-Stack .....	583
9.12.2	Festplattendateien .....	587
9.12.3	Auslagerungsdateien .....	595
9.12.4	VMFS im Detail .....	598
9.12.5	VFFS .....	608
9.12.6	Virtuelle Maschinen .....	608
9.12.7	VMware-Snapshots .....	612
9.12.8	VM-Speicherprofile .....	616
<b>9.13</b>	<b>VAAI</b> .....	617
<b>9.14</b>	<b>Storage I/O Control</b> .....	618
9.14.1	Voraussetzungen .....	619
9.14.2	Konfiguration .....	619
<b>9.15</b>	<b>VASA</b> .....	623
9.15.1	vSphere API for I/O Filtering VAIO .....	624
<b>9.16</b>	<b>VMware vSphere Virtual Volumes</b> .....	625
9.16.1	Software Defined Storage .....	626
9.16.2	Architektur von Virtual Volumes .....	627
9.16.3	vVol-Best-Practices .....	631
<b>9.17</b>	<b>RDMA – Remote Direct Memory Access</b> .....	634
<b>9.18</b>	<b>PMem – Persistent Memory NVDIMM-Unterstützung</b> .....	635

## 10 VMware vSAN 637

---

<b>10.1 Grundlagen und Aufbau</b> .....	638
<b>10.2 Hardwareanforderungen</b> .....	638
10.2.1 HCL und ReadyNodes .....	638
10.2.2 Diskgruppen .....	639
10.2.3 vSAN-Netzwerk .....	641
<b>10.3 Architektur und Speicherkonzepte</b> .....	642
10.3.1 Replikate und Witness .....	643
10.3.2 Speicherrichtlinien und Redundanz .....	643
10.3.3 Disk-Stripes pro Objekt .....	646
10.3.4 Fault Domains .....	647
10.3.5 Deduplizierung und Kompression .....	649
10.3.6 Verschlüsselung .....	650
10.3.7 vSAN-HCI-Mesh .....	651
<b>10.4 Sizing</b> .....	652
10.4.1 Slackspace .....	653
10.4.2 Hilfsmittel zur Planung .....	654
10.4.3 Leistungsmessung .....	654
<b>10.5 Topologien</b> .....	655
10.5.1 Standard-Cluster .....	655
10.5.2 Stretched-Cluster .....	655
10.5.3 Zwei-Knoten-Cluster .....	657
<b>10.6 Setup</b> .....	657
10.6.1 Greenfield-Setup .....	657
10.6.2 vSAN-Cluster in bestehendes Datacenter integrieren .....	662
<b>10.7 vSAN File Service</b> .....	664
10.7.1 Aktivierung des vSAN File Services .....	667
10.7.2 NFS-Fileshare hinzufügen .....	671

## 11 Pure Storage 675

---

<b>11.1 Portfolio</b> .....	675
11.1.1 Die FlashArray-Familie .....	675
11.1.2 FlashBlade .....	678
<b>11.2 Verwaltung der Speichersysteme</b> .....	679
11.2.1 Pure1 .....	679

11.2.2	FlashArray-Plug-in für vSphere Web Client .....	681
<b>11.3</b>	<b>FlashArray und ESXi-Konfiguration .....</b>	<b>683</b>
11.3.1	FlashArray konfigurieren .....	683
11.3.2	ESXi-Konfiguration .....	686
<b>11.4</b>	<b>Virtual Volumes (vVols) .....</b>	<b>689</b>
<b>11.5</b>	<b>ActiveCluster .....</b>	<b>690</b>
<b>11.6</b>	<b>NVMe-over-Fabrics .....</b>	<b>697</b>
<b>11.7</b>	<b>VM Analytics .....</b>	<b>698</b>

## **12 VMware vSphere und NetApp-Storage** 701

---

<b>12.1</b>	<b>Baukasten NetApp .....</b>	<b>702</b>
<b>12.2</b>	<b>Klassischer Ansatz .....</b>	<b>704</b>
12.2.1	Best Practices NFS .....	704
12.2.2	Best Practices FC .....	705
<b>12.3</b>	<b>NetApp Virtual Storage Console .....</b>	<b>706</b>
12.3.1	Die VSC installieren .....	707
12.3.2	VServer den Aggregaten zuweisen .....	709
12.3.3	VServer in VSC anlegen .....	709
12.3.4	VSC-VAAL konfigurieren .....	709
12.3.5	Einen Datatore anlegen .....	711
<b>12.4</b>	<b>Backup einrichten .....</b>	<b>714</b>
12.4.1	IntelliSnap – Backup .....	714
12.4.2	Vergleich zum traditionellen Backup und eine Entscheidungshilfe .....	716

## **13 Die private Cloud mit Nutanix** 717

---

<b>13.1</b>	<b>Allgemeines zum Thema Cloud .....</b>	<b>721</b>
<b>13.2</b>	<b>Die Nutanix Enterprise Cloud .....</b>	<b>722</b>
13.2.1	Gestern, heute und in Zukunft – die Infrastruktur in ständigem Wandel ...	722
13.2.2	Die Cloud-Plattform .....	724
13.2.3	Appliances aus unterschiedlichen Quellen .....	726
13.2.4	Das Konzept des Multi-Hypervisors .....	727
13.2.5	Das Cluster-Konzept .....	728
13.2.6	Controller Virtual Machine – die CVM .....	733

13.2.7	Der Foundation-Prozess .....	746
13.2.8	Lifecycle-Management .....	752
<b>13.3</b>	<b>Nutanix-Plattformarchitektur und -technologie .....</b>	<b>754</b>
13.3.1	Funktionen, die die Distributed Storage Fabric beinhaltet .....	754
13.3.2	Funktionen, die die App Mobility Fabric bereitstellt .....	769
13.3.3	Netzwerk .....	775
13.3.4	Cluster Conversion .....	784
<b>13.4</b>	<b>Verwaltung .....</b>	<b>785</b>
13.4.1	Das Management mit der Prism-UI .....	785
13.4.2	Das Management mit der Prism-Central-UI .....	789
<b>13.5</b>	<b>Die VM in einem Nutanix-Cluster .....</b>	<b>791</b>
13.5.1	Nutanix Guest Tools .....	795
<b>13.6</b>	<b>Data Protection .....</b>	<b>799</b>
13.6.1	Async DR .....	800
13.6.2	NearSync DR .....	803
13.6.3	Synchron DR .....	806
13.6.4	Metro Availability .....	808
13.6.5	Leap .....	809
<b>13.7</b>	<b>Move .....</b>	<b>811</b>
<b>13.8</b>	<b>Weitere Informationen .....</b>	<b>815</b>
13.8.1	Community Edition .....	815
13.8.2	Lizenzierung .....	817
13.8.3	Support .....	819

## **14 Konfiguration von ESXi und vCenter** 821

---

<b>14.1</b>	<b>DNS .....</b>	<b>821</b>
14.1.1	Routing/Gateway .....	822
<b>14.2</b>	<b>Virtual Machines .....</b>	<b>823</b>
14.2.1	VM Startup/Shutdown .....	823
14.2.2	Default VM Compatibility .....	824
14.2.3	Ablage der VM-Swapfiles .....	824
<b>14.3</b>	<b>System .....</b>	<b>825</b>
14.3.1	Licensing .....	825
14.3.2	Hostprofile .....	825
14.3.3	Time Configuration .....	832
14.3.4	Authentication Services .....	840

14.3.5	Certificate .....	842
14.3.6	Power Management .....	843
14.3.7	Advanced System Settings .....	844
14.3.8	System Resource Reservation .....	845
14.3.9	Firewall: vSphere-Security .....	845
14.3.10	Services .....	849
14.3.11	Security Profile .....	850
14.3.12	System Swap .....	851
14.3.13	Packages .....	852
<b>14.4</b>	<b>Hardware .....</b>	<b>853</b>
14.4.1	Overview .....	853
14.4.2	Grafik .....	856
14.4.3	PCI Devices .....	857
14.4.4	Firmware .....	859
<b>14.5</b>	<b>Virtual Flash .....</b>	<b>859</b>
14.5.1	Virtual Flash Resource Management .....	859
14.5.2	Virtual Flash Host Swap Cache .....	861
<b>14.6</b>	<b>Alarm Definitions .....</b>	<b>862</b>
<b>14.7</b>	<b>Scheduled Tasks .....</b>	<b>862</b>
<b>14.8</b>	<b>vCenter-Konfigurationseinstellungen .....</b>	<b>863</b>
14.8.1	Settings .....	863
14.8.2	Security .....	873
14.8.3	Storage Providers .....	876
14.8.4	vSAN .....	877
<b>14.9</b>	<b>Das Administrationsmenü .....</b>	<b>877</b>
14.9.1	Access Control .....	877
14.9.2	Lizenzierung .....	877
14.9.3	Lösungen .....	881
14.9.4	Deployment .....	882
14.9.5	Support .....	883
14.9.6	Single Sign On .....	885
14.9.7	Zertifikatsmanagement .....	886
<b>14.10</b>	<b>Das Menü im Home-Screen des vCenters .....</b>	<b>887</b>
14.10.1	Hosts and Clusters .....	888
14.10.2	VMs and Templates .....	888
14.10.3	Storage .....	889
14.10.4	Netzwerk .....	889
14.10.5	Content Libraries .....	889
14.10.6	Workload Management .....	893

14.10.7	Global Inventory Lists .....	893
14.10.8	Policies and Profiles .....	893
14.10.9	Auto Deploy .....	900
14.10.10	Hybrid Cloud Services .....	900
14.10.11	Developer Center .....	900
14.10.12	Administration .....	904
14.10.13	Tasks und Events .....	904
14.10.14	Tags & Custom Attributes .....	905
14.10.15	Lifecycle Manager .....	909
14.10.16	DRaaS (Disaster Recovery as a Service) .....	910
14.10.17	vRealize Operations .....	910
<b>14.11</b>	<b>Einrichtung von Ressourcenpools .....</b>	<b>910</b>
14.11.1	Erstellung eines Ressourcenpools .....	910
14.11.2	Reservation .....	912
14.11.3	Limit .....	912
14.11.4	Expandable .....	912
14.11.5	Shares .....	914
<b>14.12</b>	<b>VMware vApp .....</b>	<b>914</b>
14.12.1	Erstellen einer vApp .....	915
14.12.2	Verknüpfung einer vApp mit virtuellen Servern .....	917
14.12.3	vApp-Einstellungen .....	919
14.12.4	Klonen einer vApp .....	922
<b>14.13</b>	<b>vCenter-Berechtigungen .....</b>	<b>923</b>
14.13.1	Rollen .....	925
14.13.2	Benutzer einrichten .....	930
<b>14.14</b>	<b>Sonstiges .....</b>	<b>932</b>
14.14.1	Automatisches Starten und Stoppen der VMs mit dem Host .....	932
14.14.2	Einen Account zurücksetzen .....	934

## **15 Konfiguration von vCenter-Add-ons** 935

---

<b>15.1</b>	<b>Customer Experience Improvement Program (CEIP) .....</b>	<b>935</b>
<b>15.2</b>	<b>Der Lifecycle Manager .....</b>	<b>936</b>
15.2.1	Der Lifecycle Manager im Administrationsmenü – Settings .....	937
15.2.2	Image Depot .....	941
15.2.3	Updates .....	942
15.2.4	Imported ISOs .....	943
15.2.5	Baselines .....	944

15.2.6	Download von Updates auf dem Offline-Update-Manager UMDS .....	956
15.2.7	Arbeiten mit dem Lifecycle Manager .....	961
<b>15.3</b>	<b>VMware vSphere Image Builder PowerCLI .....</b>	<b>967</b>
<b>15.4</b>	<b>VMware Auto Deploy und Image Builder im Webclient .....</b>	<b>972</b>
<b>15.5</b>	<b>Hybrid Cloud Services .....</b>	<b>979</b>
<b>15.6</b>	<b>DRaaS .....</b>	<b>979</b>
<b>15.7</b>	<b>vRealize Operations .....</b>	<b>980</b>
<b>15.8</b>	<b>VMware vSphere Replication Appliance .....</b>	<b>981</b>
<b>15.9</b>	<b>VMware vCenter Converter Standalone .....</b>	<b>989</b>
15.9.1	»VMware vCenter Converter Standalone« verwenden .....	991
15.9.2	Nacharbeiten nach der Übernahme .....	1001

## **16 Monitoring** 1003

---

<b>16.1</b>	<b>Monitoring mit dem Hostclient .....</b>	<b>1004</b>
16.1.1	Host .....	1005
16.1.2	Virtual Machines .....	1008
16.1.3	Storage (Speicher) .....	1008
16.1.4	Networking (Netzwerk) .....	1009
<b>16.2</b>	<b>Monitoring mit dem vSphere-Client .....</b>	<b>1012</b>
16.2.1	Spracheinstellungen .....	1013
16.2.2	Leistungsdaten analysieren .....	1014
16.2.3	Tasks (Aufgaben und Ereignisse) .....	1015
16.2.4	Issues and Alarms (Probleme und Alarme) .....	1016
16.2.5	Alarme definieren .....	1017
16.2.6	Syslog-Server einrichten .....	1018
<b>16.3</b>	<b>Monitoring mit esxtop .....</b>	<b>1019</b>
16.3.1	esxtop auf der Shell .....	1020
16.3.2	Hilfsmittel zur Analyse .....	1024
<b>16.4</b>	<b>Monitoring der vCenter Server Appliance .....</b>	<b>1026</b>
16.4.1	VAMI .....	1026
16.4.2	VCSA-Bash-Shell .....	1027
<b>16.5</b>	<b>Benchmark-Werkzeuge .....</b>	<b>1029</b>
16.5.1	VMware VMmark .....	1029
16.5.2	HCIBench .....	1030

<b>16.6 Monitoring-Tools</b>	1032
16.6.1 VMware vRealize LogInsight	1032
16.6.2 VMware vRealize Operations	1033
16.6.3 VMware Skyline	1033
16.6.4 Runecast Analyzer	1035
16.6.5 SexiLog und SexiGraf	1039
16.6.6 SNMP	1040
16.6.7 RVTools	1041
16.6.8 Opvizor Performance Analyzer	1041

## **17 Datensicherung von vSphere-Umgebungen** 1057

---

<b>17.1 Einführung</b>	1057
17.1.1 Allgemeines zur Datensicherung	1058
17.1.2 Die zwei Typen der Datensicherung	1059
17.1.3 Stufenweises Datensicherungskonzept	1060
<b>17.2 Grundlagen der Datensicherung</b>	1061
17.2.1 Deduplikation	1063
17.2.2 Medien zur physischen Datensicherung	1063
17.2.3 Datenkonsistenz von VMs, Datenbanken und Applikationen	1064
17.2.4 Sicherung von mehrschichtigen Applikationen oder vApps	1065
<b>17.3 Die fünf Prinzipien einer konsequenten Datensicherung</b>	1066
17.3.1 Medienbruch	1066
17.3.2 Datenkopien	1067
17.3.3 Indexierung	1068
17.3.4 Validierung	1068
17.3.5 Funktionstrennung	1069
<b>17.4 VMware-Werkzeuge zur Datensicherung</b>	1069
17.4.1 VMware Tools	1070
17.4.2 VM-Snapshots	1070
17.4.3 Changed Block Tracking	1071
<b>17.5 Datensicherungstopologien</b>	1072
17.5.1 Topologien zur lokalen Datensicherung	1073
17.5.2 Konzepte für die Datensicherung über zwei und mehr Standorte und in der Cloud	1073
17.5.3 Backup vs. Replikation	1074
<b>17.6 Planung einer Datensicherungs Umgebung</b>	1075
17.6.1 Funktionsübersicht zu Veeam Backup & Replication	1075

17.6.2	Generelle Ressourcenplanung .....	1076
17.6.3	Deployment-Methoden .....	1084
17.6.4	Dimensionierung von »Veeam Backup & Replication«-Komponenten .....	1088
17.6.5	Der optimale Bereich für die Dimensionierung .....	1091
17.6.6	Was man nicht machen sollte .....	1093
<b>17.7</b>	<b>Veeam-Backup-Repository .....</b>	<b>1093</b>
17.7.1	Verschiedene Backup-Repository-Typen .....	1094
17.7.2	SMB-Backup-Repository .....	1095
17.7.3	Deduplication Appliances und VTL als Backup-Repository .....	1096
17.7.4	Pro-VM-Backup-Dateien .....	1097
17.7.5	Scale-out-Backup-Repositories .....	1098
17.7.6	Backup-File-Placement im Scale-out-Backup-Repository .....	1100
17.7.7	Windows-Server-Deduplikation-Share als Backup-Repository .....	1101
17.7.8	ReFS-Volume auf einem Windows-Server .....	1101
<b>17.8</b>	<b>Veeam Backup &amp; Replication installieren .....</b>	<b>1104</b>
<b>17.9</b>	<b>Veeam richtig konfigurieren .....</b>	<b>1105</b>
17.9.1	Einrichtung des Backup-Proxys .....	1106
17.9.2	Einrichtung eines Backup-Repository .....	1106
17.9.3	Anbindung an das vCenter .....	1107
<b>17.10</b>	<b>Erstellen von Backups .....</b>	<b>1109</b>
17.10.1	Den ersten Backup-Job erstellen .....	1109
17.10.2	Backup-Methoden .....	1117
17.10.3	Verschlüsselung .....	1118
17.10.4	Komprimierung und Deduplikation .....	1119
17.10.5	Backup-Jobs .....	1120
17.10.6	Backup-Copy-Jobs .....	1121
17.10.7	Speicherwartung bei Defragmentierung durch inkrementelle Backups .....	1122
17.10.8	Application-Aware Processing .....	1123
<b>17.11</b>	<b>Erstellen von Replikaten .....</b>	<b>1124</b>
<b>17.12</b>	<b>Wiederherstellung aus Backups .....</b>	<b>1125</b>
17.12.1	Virtual Lab .....	1129

## **18 Ausfallsicherheit** 1131

---

<b>18.1</b>	<b>Sicherung – Rücksicherung .....</b>	<b>1131</b>
18.1.1	Sicherung des vSphere-Hosts .....	1131
18.1.2	Sicherung von vCenter Server .....	1132

<b>18.2</b>	<b>Ausfallsicherheit für das vCenter</b>	1143
<b>18.3</b>	<b>Fault Tolerance</b>	1145
18.3.1	Wie funktioniert Fault Tolerance?	1146
18.3.2	Technische Voraussetzungen	1148
18.3.3	Technische Einschränkungen	1151
18.3.4	Fault Tolerance für eine virtuelle Maschine aktivieren	1151
18.3.5	Bedienung von Fault Tolerance für eine virtuelle Maschine	1155
18.3.6	Snapshots mit FT	1156
18.3.7	Was passiert im Fehlerfall?	1156
18.3.8	Lizenzierung von FT	1157
18.3.9	Fault Tolerance Legacy Version	1157
<b>18.4</b>	<b>Windows Server Failover Clustering (WSFC) Service für virtuelle Maschinen</b>	1158
<b>18.5</b>	<b>vSphere Replication</b>	1158

## **19 Automatisierung von vSphere** 1167

---

<b>19.1</b>	<b>Use Cases zur Automatisierung im Überblick</b>	1167
19.1.1	Bereitstellung von Ressourcen	1168
19.1.2	Konfigurationsmanagement	1168
19.1.3	Automatisiertes Erzeugen von virtuellen Maschinen und Applikationsumgebungen	1168
19.1.4	Continuous Integration und Continuous Delivery	1168
19.1.5	Security	1169
19.1.6	Governance	1169
19.1.7	Self-Service-Portale	1169
<b>19.2</b>	<b>Technischer Überblick</b>	1169
19.2.1	vSphere Management SDK	1170
19.2.2	vSphere SDK für Python	1173
19.2.3	Die vSphere-REST-API	1175
19.2.4	VMware-Modul für Ansible	1180
19.2.5	VMware PowerCLI	1182
19.2.6	VMware vRealize Orchestrator	1183
19.2.7	Third-Party-Tools	1184
<b>19.3</b>	<b>Fazit</b>	1184

## 20 Virtuelle Maschinen 1185

---

<b>20.1 Virtuelle Hardware</b> .....	1185
20.1.1 Version der virtuellen Hardware .....	1185
20.1.2 Gastbetriebssystem .....	1188
20.1.3 CPU .....	1188
20.1.4 Arbeitsspeicher .....	1189
20.1.5 CD/DVD-Laufwerk .....	1189
20.1.6 Festplattencontroller .....	1190
20.1.7 Festplatten .....	1191
20.1.8 Netzwerkkarten .....	1192
<b>20.2 Virtuelle Maschinendateien</b> .....	1193
<b>20.3 Management Tools für die VM</b> .....	1195
<b>20.4 Konfiguration der virtuellen Hardware</b> .....	1195
20.4.1 Ändern der Hardware und HotPlug .....	1196
20.4.2 CPU .....	1196
20.4.3 Arbeitsspeicher – Memory-HotPlug .....	1198
20.4.4 SCSI-Controller – SCSI-Bus-Sharing .....	1198
20.4.5 Festplatten .....	1199
20.4.6 Netzwerk – MAC-Adresse .....	1199
20.4.7 Video Card .....	1199
20.4.8 PCI Device .....	1200
<b>20.5 Optionen für die virtuellen Maschinen</b> .....	1201
20.5.1 VM Name .....	1201
20.5.2 VM Config File .....	1201
20.5.3 VM Working Location .....	1201
20.5.4 Gastbetriebssystem anpassen .....	1201
20.5.5 VMware Remote Console Options .....	1201
20.5.6 Encryption .....	1202
20.5.7 Power Management .....	1202
20.5.8 VMware Tools .....	1202
20.5.9 Virtualization Based Security .....	1204
20.5.10 Boot Options .....	1204
20.5.11 Advanced .....	1205
20.5.12 Fibre Channel NPIV .....	1207
<b>20.6 Virtuelle Maschinen erstellen</b> .....	1207
20.6.1 Erstellen einer neuen virtuellen Maschine .....	1208
20.6.2 Installieren des Gastbetriebssystems .....	1210

<b>20.7 Aktualisieren der virtuellen Hardware</b> .....	1211
<b>20.8 Ressourcenmanagement</b> .....	1212
20.8.1 CPU .....	1212
20.8.2 Arbeitsspeicher .....	1214
20.8.3 Festplatte .....	1216
20.8.4 Netzwerk .....	1216
<b>20.9 USB-Geräte</b> .....	1217
20.9.1 USB-Komponenten .....	1217
20.9.2 Ein USB-Gerät hinzufügen und entfernen .....	1218
<b>20.10 Wechselmedien</b> .....	1223
20.10.1 CD/DVD-Laufwerk zur virtuellen Maschine hinzufügen .....	1223
20.10.2 CD/DVD mit virtueller Maschine verbinden .....	1225
<b>20.11 Betriebszustände einer virtuellen Maschine</b> .....	1231
<b>20.12 Speicherrichtlinien für virtuelle Maschinen</b> .....	1232
20.12.1 Speicherrichtlinien zuweisen .....	1232
20.12.2 Compliance der Speicherrichtlinie prüfen .....	1234
<b>20.13 Konfiguration und Anpassung von virtuellen Maschinen</b> .....	1234
20.13.1 HotPlug .....	1235
20.13.2 HotPlug von virtuellen CPUs .....	1235
20.13.3 HotPlug von Arbeitsspeicher .....	1235
20.13.4 MAC-Adresse ändern .....	1236
<b>20.14 VMware Tools</b> .....	1238
20.14.1 Zeitsynchronisation .....	1239
20.14.2 Installation der VMware Tools unter Windows .....	1239
20.14.3 Installation der VMware Tools unter Linux .....	1241
20.14.4 Den Status der VMware Tools prüfen .....	1242
20.14.5 Aktualisierung der VMware Tools .....	1243
<b>20.15 Migration von virtuellen Maschinen</b> .....	1244
20.15.1 vMotion .....	1245
20.15.2 Storage vMotion .....	1245
20.15.3 Hybrid-Migration .....	1245
<b>20.16 Klone</b> .....	1246
<b>20.17 Vorlagen</b> .....	1248
20.17.1 Eine Vorlage aus einer virtuellen Maschine erstellen .....	1249
20.17.2 Eine Vorlage in die Bibliothek importieren .....	1250
20.17.3 VM-Vorlagen in Ordnern verwalten .....	1251
20.17.4 Eine virtuelle Maschine aus einer Vorlage erstellen .....	1251

<b>20.18 Die virtuelle Maschine im VMware vSphere Client .....</b>	<b>1252</b>
20.18.1 Summary .....	1252
20.18.2 Monitor .....	1254
20.18.3 Configure .....	1258
20.18.4 Permissions .....	1261
20.18.5 Datastores .....	1261
20.18.6 Networks .....	1262
<b>20.19 Snapshots .....</b>	<b>1262</b>
20.19.1 Snapshot erstellen .....	1264
20.19.2 Manage Snapshots .....	1264
20.19.3 Snapshot-Konsolidierung .....	1266
<b>20.20 Erweitertes VM-Management .....</b>	<b>1267</b>
20.20.1 Prozesse einer virtuellen Maschine beenden .....	1267
20.20.2 Die Leistung einer virtuellen Maschine überprüfen .....	1270
20.20.3 Optimieren von virtuellen Maschinen .....	1272

## **21 Kubernetes** 1273

---

<b>21.1 Container-Technologien .....</b>	<b>1274</b>
21.1.1 Vorteile von Containern .....	1274
21.1.2 Docker-Images .....	1275
21.1.3 Container-Orchestrierung mit Kubernetes .....	1276
<b>21.2 Kubernetes-Architektur .....</b>	<b>1278</b>
<b>21.3 Kriterien für den Unternehmenseinsatz .....</b>	<b>1279</b>
21.3.1 Hochverfügbarkeit von Kubernetes-Clustern .....	1280
21.3.2 Autoskalieren bei Ressourcenknappheit .....	1280
21.3.3 Logging-Unterstützung .....	1280
21.3.4 Zentrale Verwaltung von Container-Images mithilfe einer Container-Registry .....	1281
21.3.5 Storage für Container .....	1281
21.3.6 Software-Defined Networking für Container .....	1281
<b>21.4 vSphere mit Kubernetes .....</b>	<b>1282</b>
<b>21.5 Supervisor- und Tanzu-Kubernetes-Grid-Cluster .....</b>	<b>1283</b>
21.5.1 Supervisor-Cluster .....	1283
21.5.2 Tanzu-Kubernetes-Grid-Cluster .....	1284
21.5.3 Gegenüberstellung von Supervisor-Cluster und TKG-Cluster .....	1285
<b>21.6 Tanzu-Cluster erstellen .....</b>	<b>1286</b>

21.6.1	Erstellung eines Namespaces im Supervisor-Cluster .....	1286
21.6.2	Erstellen eines TKG-Clusters .....	1289
21.6.3	Arbeiten mit Tanzu-Kubernetes-Cluster .....	1292

## **22 VMware Cloud Foundation 4.0** 1295

---

<b>22.1</b>	<b>Modernisieren Sie Ihr Rechenzentrum .....</b>	<b>1296</b>
<b>22.2</b>	<b>Die Vorbereitung .....</b>	<b>1299</b>
<b>22.3</b>	<b>Die Standardarchitektur und Architekturvarianten .....</b>	<b>1301</b>
<b>22.4</b>	<b>Installation .....</b>	<b>1308</b>
22.4.1	Vorbereitung der Hardware .....	1309
22.4.2	Installation der Software .....	1310
22.4.3	Architektur der Management-Workload-Domain .....	1312
22.4.4	Zusätzliche Tipps und Best Practices zur Installation .....	1315
<b>22.5</b>	<b>Ressourcen durch Workload-Domains bereitstellen .....</b>	<b>1317</b>
22.5.1	Eine VI-Workload-Domain erstellen .....	1318
22.5.2	Architektur einer VI-Workload-Domain .....	1319
22.5.3	Eine virtuelle Maschine anlegen .....	1320
<b>22.6</b>	<b>Systemaktualisierungen .....</b>	<b>1320</b>
<b>22.7</b>	<b>vSphere mit Kubernetes auf Basis von VCF 4.0 .....</b>	<b>1322</b>
<b>22.8</b>	<b>Mehrere Standorte .....</b>	<b>1323</b>
<b>22.9</b>	<b>Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit .....</b>	<b>1324</b>
22.9.1	Absicherung gegen Datenverlust der Management-Komponenten .....	1324
22.9.2	Ausfall des Gesamtsystems .....	1324
22.9.3	Ausfall einzelner Softwarekomponenten .....	1325
22.9.4	Ausfall einzelner Server .....	1325
22.9.5	Ausfall einzelner Racks .....	1325
<b>22.10</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>1326</b>
Index .....		1327