

Henning Sprang • Timo Benk  
Jaroslaw Zdrzalek - Ralph Dehner

Xen

Virtualisierung unter Linux

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>17</b>
1.1	An wen richtet sich dieses Buch? . . . . .	19
1.2	Wichtige Grundbegriffe. . . . .	19
1.3	Funktionen von Xen. . . . .	20
1.4	Welche Linux-Distributionen werden abgedeckt? . . . . .	21
1.5	Bugs und Probleme. . . . .	22
1.5.1	Dokumentation. . . . .	22
1.5.2	Sicherheits Updates.....	24
1.5.3	Versionierungsschema . . . . .	24
1.5.4	Build-System. . . . .	24
1.5.5	Usability. . . . .	25
1.5.6	Distributionsunterstützung. . . . .	25
1.6	Weiterführende Informationen und Support. . . . .	25
1.7	Planung einer virtuellen Infrastruktur. . . . .	26
1.8	Unterstützer und Autoren. . . . .	28
1.9	Schnellstart . . . . .	28
<b>2</b>	<b>Ein Einstieg in die Welt der Virtualisierung</b>	<b>31</b>
2.0	Virtualisierung versus Emulation . . . . .	32
2.2	Welche Virtualisierungsansätze gibt es? . . . . .	32
2.2.1	Virtualisierung auf Betriebssystem-Ebene. . . . .	32
2.2.2	Full Virtualization. . . . .	33
2.2.3	Paravirtualisierung. . . . .	35
2.2.4	Hardware-basierte Virtualisierung. . . . .	36

<b>3</b>	<b>Virtualisierungsmodelle in Xen</b>	<b>39</b>
3.1	x86-Ringe	39
3.1.1	Verwendung ungenutzter x86-Ringe	40
3.2	Hypercalls	41
3.3	Der Hypervisor	42
3.4	Virtual Split <b>Drivers</b>	42
3.5	VMware ESX Server und Xen im Vergleich	44
3.6	Intel VT-x/VT-i und AMD Pacifica	44
<b>4</b>	<b>Die Architektur von Xen</b>	<b>47</b>
4.1	Der Xen-Daemon xend	48
4.2	Das Administration«Werkzeug xm	49
4.3	Die zentrale Konfigurationsdatenbank Xenstore	49
4.4	Der Xenbus	50
<b>5</b>	<b>Einsatzgebiete</b>	<b>51</b>
5.1	Server-Konsolidierung	52
5.2	Testsystem und Entwicklungsumgebung	53
5.3	Absicherung sicherheitskritischer Dienste	53
<b>6</b>	<b>Kommandozeilenprogramme für Management- und Überwachungszwecke</b>	<b>55</b>
6.1	Das Kommandozeilentool xm	56
6.1.1	Hilfe zu xm-Befehlen	56
6.1.2	Starten einer Domain	57
6.1.3	Stoppen einer Domain	57
6.1.4	Domain-Management ab Version 3.0.4	58
6.1.5	Hebooten einer Domain	59
6.1.6	Herunterfahren einer Domain	60
6.1.7	Pausieren einer Domain	60
6.1.8	Sichern einer Domain (Suspend)	60
6.1.9	Wiederherstellen einer gesicherten Domain (Restore)	60
6.1.10	Zuordnung von Arbeitsspeicher zu einer Domain	61
6.1.11	Festlegen der Speicher-Übergrenze einer Domain	61
6.1.12	Migration einer Domain	61

6.1.13	Setzen der SEDF-Scheduler-Parameter. . . . .	61
6.1.14	Setzen der Parameter für den Credit-Based Scheduler . . . . .	61
6.1.15	öffnen einer seriellen Konsole. . . . .	61
6.1.16	Auflisten der aktiven Domains. . . . .	62
6.1.17	Domain-Namen und -ID herausfinden. . . . .	63
6.1.18	Informationen zu Host-System und Xen-Kernel. . . . .	63
6.1.19	Boot-Meldungen anzeigen. . . . .	64
6.1.20	Logdateien einsehen. . . . .	65
6.2	Monitoring der laufenden Domains mit xentop. . . . .	66
6.3	Monitoring der laufenden Domains mit XenMon. . . . .	69
<b>Installation und Konfiguration der privilegierten Domain</b>		<b>73</b>
7.1	Die richtige Hardware. . . . .	75
7.1.1	Tests mit Live-CDs. . . . .	76
7.1.2	Kompatible Hardware anschaffen. . . . .	78
7.2	Installation von Distributionspaketen. . . . .	79
7.2.1	Debian Linux. . . . .	79
7.2.2	Ubuntu Linux. . . . .	81
7.2.3	SuSE Linux. . . . .	82
7.2.4	Fedora, Red Hat Linux und CentOS. . . . .	82
7.3	Installation der Binärpakete von XenSource. . . . .	83
7.3.1	Benötigte Bibliotheken und Werkzeuge einspielen . . . . .	84
7.3.2	XenSource-Pakete herunterladen. . . . .	85
7.3.3	Installieren, deinstallieren und aktualisieren. . . . .	85
7.3.4	Probleme mit TLS-Libraries umgehen. . . . .	86
7.3.5	Konfiguration der Initial RAM-Disk und des Bootloaders	87
7.3.6	Kernel-Module konfigurieren. . . . .	89
7.3.7	Starten des Xen-Systems. . . . .	89
7.3.8	Distributionspezifische Anpassungen. . . . .	90
7.4	Xen-Installation aus den Quellen. . . . .	92
7.4.1	Quellcode herunterladen und entpacken. . . . .	92
7.4.2	System für die Übersetzung vorbereiten. . . . .	92
7.4.3	Kompilation und Installation. . . . .	93
7.4.4	Anpassungen vornehmen. . . . .	94

7.4.5	Installation der Xen-Errwicklungsversion. . . . .	96
7.5	Konfiguration des Xen-Daemons. . . . .	97
7.6	Logdateien. . . . .	101
7.7	Das Initskript xendomains. . . . .	102
7.7.1	Einstellungsmöglichkeiten. . . . .	102
7.7.2	Fehler in xendomains. . . . .	104

**8 Installation und Konfiguration der unprivilegierten Domain 107**

8.1	Gast-Installationen mit distributionspezifischen Tools. . . . .	108
8.1.1	Fedora Core 6 mit Fedora als Domain 0. . . . .	108
8.1.2	OpenSuSE 10.2 mit SuSE als Domain 0. . . . .	111
8.2	Installationen mit distributionsübergreifenden Tools. . . . .	114
8.2.1	Allgemeine Vorbereitungen. . . . .	114
8.2.2	Debian und Ubuntu als Gastssysteme. . . . .	117
8.2.3	Fedora Linux. . . . .	121
8.2.4	<b>SuSE-Gast</b> installieren. . . . .	123
8.2.5	NetBSD. . . . .	127
8.2.6	Installation einer Windows-HVM-Domain. . . . .	128
8.2.7	Derzeit nicht unterstützte und ungetestete Konstellationen. . . . .	132
8.3	Konfigurationsparameter der unprivilegierten Domain. . . . .	134
8.4	Konfigurationsscripting. . . . .	144
8.5	Nutzung vorgefertigter VM-Images. . . . .	<b>146</b>
8.5.1	Jailtime. . . . .	147
8.5.2	xen-get. . . . .	147
8.5.3	rPath. . . . .	147
8.6	Speicherplatz bereitstellen. . . . .	148
8.6.1	Nutzung von LVM-Volumes. . . . .	148
8.6.2	NFS. . . . .	149
8.7	Zugriff auf die grafische Oberfläche. . . . .	149
8.7.1	Virtual Framebuffer für paravirtuelle Domains. . . . .	ISO
8.7.2	Standard-Remote-GUI-Technologien. . . . .	150

<b>Netzwerkkonzepte und -Konfiguration</b>	<b>153</b>
9.1 Der Start der Domain 0 aus Netzwerksicht . . . . . <i>T</i> . . . .	154
9.2 Der Start der Domain U aus Netzwerksicht . . . . .	155
9.3 Das Netzwerk im Bridged Mode. . . . .	155
9.3.1 Die Funktionsweise des Bridged Network aus Sicht der Domain 0. . . . .	156
9.3.2 Die Funktionsweise des Bridged Network aus Sicht ei- ner Domain U. . . . .	158
9.3.3 Konfiguration mehrerer Bridges. . . . .	159
9.3.4 Konfiguration interner Bridges. . . . .	160
9.4 Das Netzwerk im Routed Mode. . . . .	162
9.4.1 Das Routed Network aus Sicht der Domain 0. . . . .	162
9.4.2 Das Kouted Network aus Sicht der Domain U. . . . .	163
9.4.3 Proxy-ARP. . . . .	164
9.5 Direkte Ethernet-Verbindungen zwischen zwei unprivilegier- ten Domains. . . . .	165
9.6 Unterstützung für Multiple Tagged VLANs. . . . .	168
9.6.1 VLAN-Unterstützung unter Linux. . . . .	168
9.6.2 VLAN-Konzeptionierung für Xen. . . . .	170
<b>Sichern und Wiederherstellen laufender Domains</b>	<b>177</b>
10.1 Sichern einer laufenden Domain (Suspend). . . . .	177
10.2 Wiederherstellen einer laufenden Domain (Resume). . . . .	178
10.3 Snapshots. . . . .	178
10.3.1 Snapshots mit Hilfe von dd erstellen. . . . .	179
10.3.2 Wiederherstellen von Snapshots. . . . .	179
10.3.3 Anlegen von Snapshots mit Hilfe von LVM. . . . .	180
<b>Speichermanagement</b>	<b>183</b>
11.1 Überbuchung von Arbeitsspeicher - sinnvoll oder nicht? . . . .	184
11.2 Den Anspruch der Domain 0 auf den Restspeicher reduzieren	185
11.3 Vorbereiten der Domain U bei Xen-Versionen bis einschließ- lich 3.0.3. . . . .	188
11.4 Festlegen der oberen Speichergrenze mit xm mem-max. . . . .	188
11.5 Festlegen der Speichergröße mit xm memset . . . . .	189

11.6 Speicher über die Konfigurattionsdatei der Domain U zuweisen	191
11.6.1 Speichergröße mit dem Parameter memory festlegen	. . .191
11.6.2 Festlegen der Speicher-Obergrenze mit dem Parameter maxmem.	. . . . .191
<b>12 Hotplugging virtueller Hardware</b>	<b>193</b>
12.1 Virtuelle Festplatten.	. . . . .194
<b>12.1.1</b> Aktuell eingebundene virtuelle Festplatten auflisten	. . .194
12.2 Virtuelle Netzwerkkarten.	. . . . .195
<b>13 Direkter Hardware-Zugriff</b>	<b>197</b>
13.1 PCI-Komponenten in der Domain 0 über die Kernel-Kommandozeile deaktivieren.	. . . . .198
13.2 Deaktivieren von PCI-Komponenten in der Domain 0 über das SysFS-Dateisystem.	. . . . .199
13.3 Inbetriebnahme deaktivierter PCI-Komponenten in einer Domain U.	. . . . .200
13.4 Aktivieren inaktiver PCI-Komponenten in einer Domain 0	. . .201
<b>14 Unprivilegierte Domains als Backend-Domains</b>	<b>203</b>
14.1 Domain-O-seitige Vorbereitungen treffen.	. . . . .204
14.2 Vorbereiten der Backend-Domain.	. . . . .205
14.3 Konfiguration der Domain U.	. . . . .206
<b>15 Migration</b>	<b>209</b>
15.1 Voraussetzungen.	. . . . .210
15.2 DerXend-Relocation-Server.	. . . . .211
15.3 Offline-Migration.	. . . . .212
15.4 Live-Migration.	. . . . .212
<b>16 Virtuelle CPUs</b>	<b>215</b>
16.1 Virtualisierung der physikalischen Prozessor kerne.	. . . . .215
16.2 Einrichten der virtuellen CPUs über die Konfigurationsdatei	. . .217
16.3 Konfiguration der virtuellen CPUs zur Laufzeit	. . . . .218
16.3.1 Die Zuordnung der virtuellen CPUs zu den Domains auflisten.	. . . . .218
16.3.2 Virtuelle CPUs und Domains zuweisen.	. . . . .219

16.3.3	Logische CPUs virtuellen Prozessoren zuordnen . . . .	221
16.4	Feintuning. . . . .	<b>T</b> . . . . 222
<b>CPU-Time-Scheduling</b>		<b>225</b>
17.1	Der SEDF-Scheduler. . . . .	226
17.1.1	Zeitraumen und Zeitfenster definieren. . . . .	226
17.1.2	Gewichtung und Zeitraumen setzen. . . . .	227
17.1.3	Ungenutzte CPU-Zeit verteilen. . . . .	228
17.1.4	Das xm-Kommando sched-sedf. . . . .	229
17.1.5	Anzeigen der aktuellen Auslastung mit xm top. . . .	231
17.1.6	Feintuning von SEDF. . . . .	231
17.2	Der Credit-Based CPU-Scheduler. . . . .	233
17.2.1	Funktionsweise. . . . .	233
17.2.2	Bootparameter. . . . .	236
17.2.3	Das xm-Kommando sched-credit . . . . .	236
17.2.4	Ablegen der Credit-Scheduler-Parameter in der Konfi- gurationsdatei. . . . .	237
[	<b>Traffic Shaping</b>	<b>239</b>
18.1	Ausgehende Transferrate festsetzen. . . . .	240
18.2	Traffic Shaping mit tc. . . . .	241
18.2.1	Der Paketfluss im Linux-Kernel. . . . .	241
18.2.2	Queues und Queueing-Disziplinen. . . . .	242
18.2.3	Die Ingress-Qdisc. . . . .	246
18.2.4	Die Hierarchical Token Buckel Queue. . . . .	248
18.2.5	Das Intermediate Functional Block-Device. . . . .	252
18.2.6	Der Paketfluss auf dem Xen-Host . . . . .	254
18.2.7	Analyse des umzusetzenden Szenarios. . . . .	255
18.2.8	Beschränken der eingehenden Transferrate. . . . .	256
18.2.9	Beschränken der ausgehenden Transferrate. . . . .	258
<b>•J</b>	<b>Die Xenstore-Konfigurationsdatenbank</b>	<b>259</b>
19.1	Auflisten des Konfigurationsbaums mit xenstore-ls. . . . .	260
19.1.1	Wichtige Schlüssel in der Xenstore-Datenbank. . . . .	260
19.2	Auslesen eines einzelnen Schlüssels mit xenstore-read. . . .	265



19.3	Schreiben eines Schlüssels <code>Thit xenstore-write</code> . . . . .	265
19.4	Entfernen eines Schlüssels mit <code>xenstore-rm</code> . . . . .	265
<b>20</b>	<b>Überwachung von Xen-Systemen</b> . . . . .	<b>267</b>
20.1	Wichtige Daten auf Xen-Systemen . . . . .	268
20.1.1	Fragen, die das Monitoring beantworten soll . . . . .	268
20.1.2	Daten, die diese Fragen beantworten. . . . .	269
20.1.3	Relevante Datenquellen. . . . .	270
20.2	An Monitoring-Ergebnisse geknüpfte Aktionen. . . . .	272
20.3	Xen-Monitoring mit Nagios. . . . .	273
20.3.1	Vorbereitungen. . . . .	274
20.3.2	Xen-spezifische Werte überwachen. . . . .	274
20.4	Monitoring-Graphen mit DTC-Xen und XenStats erstellen . . .	278
20.4.1	DTC-Xen installieren und nutzen. . . . .	279
20.4.2	Installation von XenStats. . . . .	280
<b>21</b>	<b>Werkzeuge und Methoden für effizientes Domain-Management</b> . . . . .	<b>283</b>
21.1	Management-Tools. . . . .	284
21.1.1	Argo. . . . .	284
21.1.2	<code>xen-shell</code> . . . . .	285
21.1.3	Yast. . . . .	285
21.1.4	Virtual Machine Manager. . . . .	285
21.1.5	Virtuallron. . . . .	286
21.1.6	Enomalism. . . . .	286
21.1.7	ConVirt. . . . .	289
21.1.8	DTC-Xen. . . . .	290
21.2	Effizientere Systeminstallation. . . . .	290
21.2.1	Deployment mit Festplatten-Images. . . . .	290
21.2.2	Installation mit Shell-Skripten. . . . .	291
21.2.3	Nutzung vorhandener Auto-Installer-Software. . . . .	291
21.3	Installation und Bereitstellung mit den Xen-Tools. . . . .	291
21.3.1	Installation und Konfiguration. . . . .	291
21.3.2	Benutzung. . . . .	291
21.3.3	Konfigurationstemplates. . . . .	291

21.3.4 Presets . . . . .	296
21.4 Installation mit FAI . . . . .	297
21.4.1 Funktionen . . . . .	298
21.4.2 Vorüberlegungen . . . . .	299
21.4.3 Xen-Kernel vorbereiten . . . . .	300
21.4.4 FAT einrichten und Server konfigurieren . . . . .	301
21.4.5 VM-Konfiguration und Block-Devices anlegen . . . . .	303
21.4.6 Benötigte Infrastrukturdienste einrichten . . . . .	303
21.4.7 Konfiguration der zu installierenden Clients prüfen und anpassen . . . . .	304
21.4.8 Xen-spezifische Anpassungen vornehmen . . . . .	307
21.4.9 Installation durchführen . . . . .	310
21.4.10 Andere Distributionen und Windows . . . . .	312
21.4.11 Installierte Systeme automatisch testen . . . . .	312
21.5 Windows-Installationen automatisieren . . . . .	312
21.5.1 Nlite . . . . .	312
21.5.2 Unattended . . . . .	313
<b>Die kommerziellen Produkte von XenSource</b>	<b>317</b>
22.1 XenEnterprise . . . . .	318
22.2 Installation . . . . .	321
22.2.1 Serverinstallation . . . . .	321
22.2.2 Die Installation des Verwaltungswerkzeugs . . . . .	323
22.2.3 Partitionen, Festspeicherverwaltung und ISO-Depot . . . . .	325
22.3 Administration . . . . .	327
22.3.1 Das grafische Verwaltungswerkzeug . . . . .	327
22.3.2 Das Kommandozeilenprogramm xe . . . . .	328
22.4 Installationsarten für Gastsysteme . . . . .	337
22.4.1 P2V-Umwandlung . . . . .	338
22.4.2 Microsoft-Windows-Installation . . . . .	339