

## Lösung von Übungsblatt 10

### Aufgabe 1 (Virtualisierung und Emulation)

1. Was ist der Unterschied zwischen Emulation und Virtualisierung?

*Emulation bildet die komplette Hardware eines Rechnersystems nach, um ein unverändertes Betriebssystem, das für eine andere Hardwarearchitektur (CPU) ausgelegt ist, zu betreiben.*

2. Nennen Sie einen Nachteil der Emulation gegenüber Virtualisierung.

*Die Entwicklung ist sehr aufwendig und die Ausführungsgeschwindigkeit ist geringer als bei Virtualisierung.*

3. Wie funktioniert Partitionierung?

*Bei Partitionierung können auf den Gesamtressourcen eines Computersystems Teilsysteme definiert werden. Jedes Teilsystem kann eine lauffähige Betriebssysteminstanz enthalten. Jedes Teilsystem ist wie ein eigenständiges Computersystem verwendbar.*

4. Welche Komponente eines Rechners verteilt beim Virtualisierungskonzept Partitionierung die physischen Ressourcen an die virtuellen Maschinen?

*Die Ressourcen (Prozessor, Hauptspeicher, Datenspeicher...) werden über die Firmware des Rechners verwaltet und den VMs zugeteilt.*

5. Welche Art von Computer-Systemen verwendet üblicherweise Partitionierung?

☐ Mobiltelefone      ☐ Desktop PCs      ☐ Mainframes      ☒ Workstations

6. Wie funktioniert Anwendungsvirtualisierung?

*Anwendungen werden unter Verwendung lokaler Ressourcen in einer virtuellen Umgebung ausgeführt, die alle Komponenten bereitstellt, die die Anwendung benötigt.*

7. Nennen Sie ein Beispiel für Anwendungsvirtualisierung.

*Java Virtual Machine oder VMware ThinApp.*

8. Wie funktioniert vollständige Virtualisierung?

*Vollständige Virtualisierungslösungen bieten einer VM eine vollständige, virtuelle PC-Umgebung inklusive eigenem BIOS. Jedes Gastbetriebssystem erhält eine eigene VM mit virtuellen Ressourcen (u.a. CPU, Hauptspeicher, Laufwerken, Netzwerkkarten).*

9. Was ist die Aufgabe des Virtuellen Maschinen-Monitors (VMM)?

*Der VMM verteilt Hardwareressourcen an VMs.*

10. Wo läuft der Virtuelle Maschinen-Monitor (VMM)?

- ☒ Der VMM läuft *hosted* als Anwendung im Host-Betriebssystem.  
☐ Der VMM läuft *bare metal* und ersetzt das Host-Betriebssystem.

11. Können bei vollständiger Virtualisierung alle physischen Hardwareressourcen virtualisiert werden? Wenn das nicht möglich ist, nennen Sie ein Beispiel, wo es nicht geht und begründen Sie Ihre Antwort.

*Es ist nicht möglich. Ein Beispiel sind Netzwerkkarten. Netzwerkkarten sind nicht dafür ausgelegt, von mehreren Betriebssystemen gleichzeitig verwendet zu werden.*

12. Wie viele Privilegienstufen enthalten x86-kompatible CPUs?

*Es gibt 4 Privilegienstufen.*

*In Privilegienstufe 0 (= Kernelmodus) läuft der Betriebssystemkern.*

*In Privilegienstufe 3 (= Benutzermodus) laufen die Anwendungen.*

13. In welcher Privilegienstufe läuft der VMM?

*In Privilegienstufe 3.*

14. In welcher Privilegienstufe laufen die VMs?

*In Privilegienstufe 1.*

15. Wie greifen VMs bei vollständiger Virtualisierung auf Hardwareressourcen zu?

*Nur über den VMM.*

16. Nennen Sie ein Beispiel für vollständige Virtualisierung.

- VMware Server, VMware Workstation und VMware Fusion.
- Microsoft Virtual PC (in der Version für x86).
- Parallels Desktop und Parallels Workstation.
- VirtualBox.
- Kernel-based Virtual Machine (KVM).
- Mac-on-Linux (MoL).

17. Wie funktioniert Paravirtualisierung?

*Es wird keine Hardware virtualisiert oder emuliert. Gast-Betriebssystemen steht keine emulierte Hardwareebene, sondern eine API zur Verfügung. Die Gast-Betriebssysteme verwenden eine abstrakte Verwaltungsschicht ( $\implies$  Hypervisor), um auf physische Ressourcen zuzugreifen. Der Hypervisor ist ein auf ein Minimum reduziertes Metabetriebssystem. Der Hypervisor verteilt Hard-*

*wareressourcen unter den Gastsystemen, so wie ein Betriebssystem dieses unter den laufenden Prozessen tut.*

18. Wo läuft der Hypervisor bei Paravirtualisierung?

- ☐ Der Hypervisor läuft *hosted* als Anwendung im Host-Betriebssystem.
- ☒ Der Hypervisor läuft *bare metal* und ersetzt das Host-Betriebssystem.

19. In welcher Privilegienstufe läuft der Hypervisor bei Paravirtualisierung?

*In Privilegienstufe 0 (= Kernelmodus).*

20. Warum ist bei Paravirtualisierung ein Host-Betriebssystem nötig?

*Ein Host-Betriebssystem ist wegen der Gerätetreiber nötig.*

21. Was ist eine unprivilegierte Domain (DomU) bei Xen?

*VMs heißen unprivilegierte Domain (DomU).*

22. Was ist die Domain 0 (Dom0) bei Xen?

*Der Hypervisor ersetzt das Host-Betriebssystem. Die Entwickler können aber nicht alle Treiber selbst schreiben und pflegen. Darum startet der Hypervisor eine (Linux-)Instanz mit ihren Treibern und leiht sich diese Treiber. Diese spezielle Instanz heißt Domain0 (Dom0).*

23. Nennen Sie einen Nachteil der Paravirtualisierung.

*Kernel der Gast-Betriebssysteme müssen für den Betrieb im paravirtualisierten Kontext angepasst sein.*

24. Wie wurden die Privilegienstufen x86-kompatibler CPUs verändert, um Hardware-Virtualisierung zu realisieren?

*Eine neue Privilegienstufe ( $\implies$  Privilegienstufe -1) für den Hypervisor ist hinzugefügt.*

25. Nennen Sie einen Vorteil von Hardware-Virtualisierung.

*Unveränderte Betriebssysteme können als Gast-Systeme ausgeführt werden.*

26. Wie funktioniert Betriebssystem-Virtualisierung (Container/Jails)?

*Unter ein und demselben Kernel laufen mehrere voneinander abgeschottete identische Systemumgebungen.*

27. Nennen Sie einen Nachteil der Betriebssystem-Virtualisierung (Container/Jails).

*Alle virtuellen Umgebungen nutzen den gleichen Kernel. Es werden nur unabhängige Instanzen eines Betriebssystems gestartet. Verschiedene Betriebssysteme können nicht gleichzeitig verwendet werden.*

28. Nennen Sie ein Beispiel für Betriebssystem-Virtualisierung (Container/Jails).

- SUN/Oracle Solaris
- OpenVZ für Linux
- Linux-VServer
- FreeBSD Jails
- Virtuozzo (kommerzielle Variante von OpenVZ)
- FreeVPS

29. Wie funktioniert Speichervirtualisierung?

*Speicher wird in Form virtueller Laufwerke (Volumes) den Benutzern zur Verfügung gestellt. Logischer Speicher wird vom physischen Speicher getrennt.*

30. Wie funktioniert Netzwerkvirtualisierung via Virtual Local Area Networks (VLAN)?

*Verteilt aufgestellte Geräte können via VLAN in einem einzigen virtuellen (logischen) Netzwerk zusammengefasst werden. VLANs trennen physische Netze in logische Teilnetze (Overlay-Netze). VLAN-fähige Switches leiten Pakete eines VLAN nicht in andere VLANs weiter. Ein VLAN ist ein nach außen isoliertes Netz über bestehende Netze.*

## Aufgabe 2 (Shell-Skripte, Schleifen)

1. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das mit Schleifen folgende Ausgabe erzeugt:

```
1
22
333
4444
55555
```

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: schleifen_beispiel1.bat
4 #
5 # Aufruf zum Beispiel: .schleifen_beispiel1.bat 5
6 # $1 enthält das erste Kommandozeilenargument
7
8 i=0
9 while [ $i -lt $1 ]      # Schleife für die Zeilen
10 do
11     i=`expr $i + 1`
12
```

```
13 j=0
14 while [ $j -lt $i ] # Schleife für die Spalten
15 do
16     j=`expr $j + 1`
17     echo -n "$i"
18 done
19
20 echo "" # Newline am Zeilenende
21 done
```

2. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das mit Schleifen folgende Ausgabe erzeugt:

```
1
12
123
1234
12345
```

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: schleifen_beispiel2.bat
4 #
5 # Aufruf zum Beispiel: .schleifen_beispiel2.bat 5
6 # $1 enthält das erste Kommandozeilenargument
7
8 i=0
9 while [ $i -lt $1 ] # Schleife für die Zeilen
10 do
11     i=`expr $i + 1`
12
13     j=0
14     while [ $j -lt $i ] # Schleife für die Spalten
15     do
16         j=`expr $j + 1`
17         echo -n "$j"
18     done
19
20     echo "" # Newline am Zeilenende
21 done
```

3. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das mit Schleifen folgende Ausgabe erzeugt:

```
|_
| | _
| | | _
| | | | _
| | | | | _
```

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: schleifen_beispiel3.bat
4 #
5 # Aufruf zum Beispiel: .schleifen_beispiel3.bat 5
```

```
6 # $1 enthält das erste Kommandozeilenargument
7
8 i=0
9 while [ $i -lt $1 ]      # Schleife für die Zeilen
10 do
11     i=`expr $i + 1`
12
13     j=0
14     while [ $j -lt $i ]  # Schleife für die Spalten
15     do
16         j=`expr $j + 1`
17         echo -n " |"      # Senkrechten Strich ausgeben
18     done
19
20     echo "_"              # Horizontalen Strich ausgeben
21 done
```

4. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das mit Schleifen folgende Ausgabe erzeugt:

```
*
**
***
****
*****
```

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: schleifen_beispiel4.bat
4 #
5 # Aufruf zum Beispiel: .schleifen_beispiel4.bat 5
6 # $1 enthält das erste Kommandozeilenargument
7
8 i=0
9 while [ $i -lt $1 ]      # Schleife für die Zeilen
10 do
11     i=`expr $i + 1`
12
13     j=0
14     while [ $j -lt $i ]  # Schleife für die Spalten
15     do
16         j=`expr $j + 1`
17         echo -n "*"
18     done
19
20     echo ""               # Newline am Zeilenende
21 done
```

5. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das mit Schleifen folgende Ausgabe erzeugt:

```
*
**
***
****
```

```
*****
*****
****
***
**
*

1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: schleifen_beispiel5.bat
4 #
5 # Aufruf zum Beispiel: .schleifen_beispiel5.bat 5
6 # $1 enthält das erste Kommandozeilenargument
7
8 i=0
9 while [ $i -lt $1 ]      # Schleife für die Zeilen
10 do
11     i=`expr $i + 1`
12
13     j=0
14     while [ $j -lt $i ]  # Schleife für die Spalten
15     do
16         j=`expr $j + 1`
17         echo -n "*"
18     done
19
20     echo ""              # Newline am Zeilenende
21 done
22
23 i=$1
24 while [ $i -gt 0 ]      # Schleife für die Zeilen
25 do
26     j=0
27     while [ $j -lt $i ]  # Schleife für die Spalten
28     do
29         j=`expr $j + 1`
30         echo -n "*"
31     done
32
33     i=`expr $i - 1`
34     echo ""              # Newline am Zeilenende
35 done
```

6. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das mit Schleifen folgende Ausgabe erzeugt:

```
*
***
*****
*****
*****

1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: schleifen_beispiel6.bat
```

```
4 #
5 # Aufruf zum Beispiel: .schleifen_beispiel6.bat 5
6 # $1 enthält das erste Kommandozeilenargument
7
8 i=0                                # Zählvariable für die Zeilen
9 while [ $i -lt $1 ]               # Schleife für die Zeilen
10 do
11     i=`expr $i + 1`               # j=j+1 => Nächste Zeile
12     grenze_li=`expr $1 - $i + 1`  # Position erster *
13     grenze_re=`expr $1 + $i - 1`  # Position letzter *
14
15     # Variable $s leer initialisieren.
16     # Das legt den Abstand zum Rand fest
17     s=''
18
19     j=0                            # Zählvariable für die Spalten
20
21     # Breite der Zeilen ist 2 * $1
22     # $1 = Anzahl der Zeilen
23     breite=`expr 2 \* $1`
24
25     while [ $j -lt $breite ]      # Schleife für die Spalten
26     do
27         # Überprüfen, ob $j im Bereich der *-Positionen liegt
28         if [ $j -ge $grenze_li ] && [ $j -le $grenze_re ]
29         then
30             s=$s '*'              # An $s einen * anhängen
31         else
32             s=$s ' '              # An $s ein Leerzeichen anhängen
33         fi
34
35         j=`expr $j + 1`           # j=j+1 => Nächste Spalte
36     done
37
38     echo -e "$s"                  # Komplette Zeile ausgeben
39 done
```