

# 13.2 Virtualisierung und virtuelle Maschinen

## Einordnung

Diese Seite gehört zum Kapitel:

## Server, Virtualisierung und Hochverfügbarkeit

Nachdem die Server-Grundlagen bekannt sind, geht es nun um Virtualisierung.

Virtualisierung ist ein zentrales Thema moderner IT-Infrastrukturen, weil dadurch mehrere virtuelle Server auf einer physischen Hardware betrieben werden können.

---

## Was bedeutet Virtualisierung?

Virtualisierung bedeutet, dass physische Hardware logisch aufgeteilt und mehreren virtuellen Systemen bereitgestellt wird.

Ein einzelner physischer Server kann dadurch mehrere virtuelle Maschinen betreiben.

Beispiel:

| Physischer Server | Virtuelle Maschinen       |
|-------------------|---------------------------|
| Host 1            | DC01, FILE01, WEB01, DB01 |

Jede virtuelle Maschine verhält sich wie ein eigener Computer.

---

## Merksatz

**Virtualisierung bedeutet, dass mehrere virtuelle Systeme auf einer gemeinsamen physischen Hardware betrieben werden.**

---

## Warum nutzt man Virtualisierung?

Früher wurde für viele Serverrollen jeweils ein eigener physischer Server verwendet.

Beispiel:

| Physischer Server | Aufgabe           |
|-------------------|-------------------|
| Server 1          | Domain Controller |
| Server 2          | Fileserver        |
| Server 3          | Webserver         |

| Physischer Server | Aufgabe         |
|-------------------|-----------------|
| Server 4          | Datenbankserver |

Problem:

Viele Server waren schlecht ausgelastet.

Ein Server hatte vielleicht nur 5 bis 20 Prozent CPU-Auslastung, benötigte aber trotzdem Strom, Platz, Kühlung und Wartung.

Mit Virtualisierung können mehrere Serverrollen als virtuelle Maschinen auf einem oder mehreren leistungsfähigen Hosts laufen.

Vorteile von Virtualisierung

| Vorteil                      | Erklärung                                        |
|------------------------------|--------------------------------------------------|
| Bessere Ressourcennutzung    | CPU, RAM und Storage werden effizienter genutzt  |
| Schnellere Bereitstellung    | Neue Server können schneller erstellt werden     |
| Einfachere Sicherung         | Ganze VMs können gesichert werden                |
| Einfachere Wiederherstellung | VMs können aus Backups zurückgespielt werden     |
| Flexibilität                 | Ressourcen können oft angepasst werden           |
| Migration                    | VMs können auf andere Hosts verschoben werden    |
| Testumgebungen               | Testsysteme lassen sich schnell erstellen        |
| Konsolidierung               | Weniger physische Server notwendig               |
| Hochverfügbarkeit möglich    | VMs können in Clusterumgebungen betrieben werden |

Nachteile und Risiken von Virtualisierung

| Nachteil / Risiko            | Erklärung                                                    |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Abhängigkeit vom Host        | Fällt der Host aus, sind alle darauf laufenden VMs betroffen |
| Ressourcenengpässe           | Zu viele VMs können CPU, RAM oder Storage überlasten         |
| Komplexität                  | Netzwerk, Storage und Backup werden anspruchsvoller          |
| Lizenzierung                 | Lizenzen können komplizierter werden                         |
| Sicherheitsrisiko Hypervisor | Der Hypervisor ist besonders kritisch                        |
| Fehlplanung                  | Zu wenig Reserven führen zu Performanceproblemen             |
| Storage-Abhängigkeit         | Viele VMs hängen oft an gemeinsamem Storage                  |

## Physischer Server als Host

Der physische Server, auf dem virtuelle Maschinen laufen, wird Host genannt.

Ein Host stellt Hardware-Ressourcen bereit:

| Ressource | Bedeutung                               |
|-----------|-----------------------------------------|
| CPU       | Rechenleistung                          |
| RAM       | Arbeitsspeicher                         |
| Storage   | Speicherplatz für virtuelle Festplatten |
| Netzwerk  | Anbindung der VMs an das Netzwerk       |

Der Host betreibt eine Virtualisierungsschicht, den sogenannten Hypervisor.

## Virtuelle Maschine

Eine virtuelle Maschine ist ein simulierter Computer innerhalb eines physischen Hosts.

Eine VM besitzt eigene virtuelle Hardware:

| Virtuelle Komponente | Bedeutung                                           |
|----------------------|-----------------------------------------------------|
| vCPU                 | Virtuelle CPU-Kerne                                 |
| vRAM                 | Virtueller Arbeitsspeicher                          |
| vDisk                | Virtuelle Festplatte                                |
| vNIC                 | Virtuelle Netzwerkkarte                             |
| Virtuelles Laufwerk  | Zum Beispiel ISO-Datei für Installation             |
| Virtuelle Konsole    | Bildschirm- und Tastaturzugriff über den Hypervisor |

In der VM läuft ein eigenes Betriebssystem.

Dieses Betriebssystem nennt man Gastbetriebssystem.

## Host und Guest

Bei Virtualisierung unterscheidet man zwischen Host und Guest.

| Begriff | Bedeutung                                            |
|---------|------------------------------------------------------|
| Host    | Physischer Server, auf dem die Virtualisierung läuft |
| Guest   | Virtuelle Maschine auf dem Host                      |

| Begriff            | Bedeutung                               |
|--------------------|-----------------------------------------|
| Gastbetriebssystem | Betriebssystem innerhalb der VM         |
| Hostsystem         | System, das den Hypervisor bereitstellt |

Beispiel:

| Ebene              | Beispiel                              |
|--------------------|---------------------------------------|
| Physische Hardware | Dell-Server oder HP-Server            |
| Host / Hypervisor  | Proxmox VE, VMware ESXi oder Hyper-V  |
| Guest / VM         | Windows Server, Debian, Ubuntu Server |

**Hypervisor**

Der Hypervisor ist die Virtualisierungsschicht.

Er verwaltet die virtuellen Maschinen und verteilt die physischen Ressourcen des Hosts.

Aufgaben des Hypervisors:

| Aufgabe                                | Erklärung                        |
|----------------------------------------|----------------------------------|
| VMs erstellen                          | Neue virtuelle Maschinen anlegen |
| VMs starten und stoppen                | Betrieb der VMs steuern          |
| CPU verteilen                          | Rechenzeit an VMs vergeben       |
| RAM zuweisen                           | Arbeitsspeicher bereitstellen    |
| Virtuelle Festplatten verwalten        | vDisks bereitstellen             |
| Virtuelle Netzwerkkarten bereitstellen | Netzwerkzugriff ermöglichen      |
| Snapshots verwalten                    | Zustände speichern               |
| Migration ermöglichen                  | VMs auf andere Hosts verschieben |
| Ressourcen überwachen                  | Auslastung anzeigen              |

**Typ-1-Hypervisor**

Ein Typ-1-Hypervisor läuft direkt auf der physischen Hardware.

Er wird auch Bare-Metal-Hypervisor genannt.

Beispiele:

| Hypervisor | Beschreibung |
|------------|--------------|
|------------|--------------|

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| VMware ESXi       | Häufig in Unternehmen                 |
| Microsoft Hyper-V | Microsoft-Virtualisierung             |
| Proxmox VE        | Open-Source-Plattform auf KVM-Basis   |
| KVM               | Linux-Kernel-basierte Virtualisierung |
| Xen               | Virtualisierungstechnologie           |
| Nutanix AHV       | Hypervisor von Nutanix                |

Vorteile:

| Vorteil                     | Erklärung                          |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Hohe Performance            | Läuft direkt auf der Hardware      |
| Stabilität                  | Für Serverbetrieb geeignet         |
| Zentrale Verwaltung möglich | Gut für Rechenzentren              |
| Clusterfähig                | Hochverfügbarkeit möglich          |
| Professioneller Betrieb     | Für produktive Umgebungen geeignet |

Typ-2-Hypervisor

Ein Typ-2-Hypervisor läuft auf einem vorhandenen Betriebssystem.

Beispiele:

| Hypervisor         | Einsatz                 |
|--------------------|-------------------------|
| VirtualBox         | Test- und Lernumgebung  |
| VMware Workstation | Desktop-Virtualisierung |
| VMware Fusion      | macOS-Virtualisierung   |
| Parallels Desktop  | macOS-Virtualisierung   |
| UTM                | macOS / Apple Silicon   |

Beispiel:

Auf einem Windows-Notebook läuft VirtualBox.  
In VirtualBox läuft eine Linux-VM.

Vorteile:

| Vorteil           | Erklärung     |
|-------------------|---------------|
| Einfach zu nutzen | Gut für Tests |

| Vorteil                           | Erklärung             |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Keine eigene Serverhardware nötig | Läuft auf normalem PC |
| Gut zum Lernen                    | Schnell eingerichtet  |

Nachteile:

| Nachteil                        | Erklärung                                             |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Geringere Performance           | Läuft zusätzlich über ein Hostbetriebssystem          |
| Weniger geeignet für Produktion | Eher für Desktop und Test                             |
| Abhängig vom Hostbetriebssystem | Wenn Windows/macOS Probleme hat, betrifft das die VMs |

Typ-1 vs. Typ-2-Hypervisor

| Merkmal       | Typ-1-Hypervisor                        | Typ-2-Hypervisor                          |
|---------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| Läuft auf     | Direkt auf Hardware                     | Auf vorhandenem Betriebssystem            |
| Einsatzgebiet | Server, Rechenzentrum, Produktivbetrieb | Desktop, Test, Schulung                   |
| Performance   | Hoch                                    | Meist geringer                            |
| Stabilität    | Hoch                                    | Abhängig vom Hostsystem                   |
| Beispiele     | ESXi, Hyper-V, Proxmox, KVM             | VirtualBox, VMware Workstation, Parallels |
| IHK-Relevanz  | Sehr wichtig                            | Grundlegend wichtig                       |

Bare Metal

Bare Metal bedeutet, dass Software direkt auf der physischen Hardware läuft.

Ein Typ-1-Hypervisor ist ein Bare-Metal-Hypervisor.

Beispiel:

| Aufbau                                  | Beschreibung       |
|-----------------------------------------|--------------------|
| Hardware → Hypervisor → VMs             | Typ-1 / Bare Metal |
| Hardware → Windows 11 → VirtualBox → VM | Typ-2              |

Virtuelle CPU

Eine vCPU ist eine virtuelle CPU, die einer VM zugewiesen wird.

Beispiel:

Eine VM bekommt 2 vCPUs.

Das bedeutet nicht automatisch, dass sie dauerhaft zwei physische CPU-Kerne exklusiv besitzt.

Der Hypervisor verteilt CPU-Zeit zwischen den VMs.

Beispiel:

| VM     | vCPU |
|--------|------|
| DC01   | 2    |
| FILE01 | 2    |
| WEB01  | 2    |
| DB01   | 4    |

Wichtig:

Zu viele vCPUs können die Leistung verschlechtern, wenn der Host dadurch überlastet wird.

---

## CPU-Overcommitment

CPU-Overcommitment bedeutet, dass mehr vCPUs vergeben werden, als physische CPU-Kerne vorhanden sind.

Beispiel:

| Physische CPU-Kerne | Vergebene vCPUs |
|---------------------|-----------------|
| 16                  | 40              |

Das kann funktionieren, weil nicht alle VMs gleichzeitig ihre volle CPU-Leistung benötigen.

Risiko:

Wenn viele VMs gleichzeitig hohe CPU-Last erzeugen, kommt es zu Performanceproblemen.

---

## Virtueller Arbeitsspeicher

vRAM ist der Arbeitsspeicher, der einer VM zugewiesen wird.

Beispiel:

| VM | RAM |
|----|-----|
|----|-----|

|        |       |
|--------|-------|
| DC01   | 4 GB  |
| FILE01 | 8 GB  |
| DB01   | 16 GB |
| WEB01  | 4 GB  |

RAM ist bei Virtualisierung besonders wichtig.

Wenn der Host zu wenig RAM hat, kann das System stark langsam werden.

---

## RAM-Overcommitment

RAM-Overcommitment bedeutet, dass mehr RAM an VMs vergeben wird, als physisch im Host vorhanden ist.

Das ist riskanter als CPU-Overcommitment.

Warum?

Wenn VMs wirklich ihren RAM benötigen und der Host nicht genug physischen Speicher hat, muss ausgelagert werden.

Das führt oft zu starker Verlangsamung.

Merksatz:

**CPU kann man eher überbuchen als RAM.**

---

## Virtuelle Festplatte

Eine virtuelle Festplatte ist der Datenträger einer VM.

Die VM sieht diese virtuelle Festplatte wie eine normale Festplatte.

Auf dem Host liegt sie meistens als Datei oder Block-Volume.

Beispiele für Formate:

| Format     | Plattform     |
|------------|---------------|
| VHD / VHDX | Hyper-V       |
| VMDK       | VMware        |
| QCOW2      | KVM / Proxmox |
| RAW        | KVM / Proxmox |

---



## Thin Provisioning

Thin Provisioning bedeutet, dass eine virtuelle Festplatte größer angezeigt wird, als sie auf dem echten Storage aktuell belegt.

Beispiel:

Eine VM bekommt eine virtuelle Festplatte mit 100 GB.

Tatsächlich belegt sie am Anfang vielleicht nur 20 GB.

Vorteil:

Speicher wird effizient genutzt.

Nachteil:

Wenn viele virtuelle Festplatten wachsen, kann der echte Storage voll laufen.

---

## Thick Provisioning

Thick Provisioning bedeutet, dass der Speicherplatz direkt vollständig reserviert wird.

Beispiel:

Eine virtuelle Festplatte mit 100 GB belegt sofort 100 GB auf dem Storage.

Vorteil:

Der Speicherverbrauch ist besser planbar.

Nachteil:

Weniger flexibel und weniger platzsparend.

---

## Thin vs. Thick Provisioning

| Merkmal                    | Thin Provisioning                          | Thick Provisioning                        |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Speicherbelegung am Anfang | Nur tatsächlich genutzter Speicher         | Voller Speicher sofort reserviert         |
| Flexibilität               | Hoch                                       | Geringer                                  |
| Risiko                     | Storage kann unerwartet voll laufen        | Weniger Risiko durch Überbuchung          |
| Planung                    | Erfordert Überwachung                      | Besser planbar                            |
| Einsatz                    | Häufig in Test- und produktiven Umgebungen | Kritische Systeme oder klare Reservierung |

---

## Virtuelle Netzwerkkarte

Eine vNIC ist die virtuelle Netzwerkkarte einer VM.

Sie verbindet die VM mit einem virtuellen Switch.

Beispiel:

| VM    | vNIC        | Netzwerk      |
|-------|-------------|---------------|
| WEB01 | eth0        | Servernetz    |
| DB01  | eth0        | Datenbanknetz |
| FW01  | eth0 / eth1 | WAN / LAN     |

Eine VM kann auch mehrere virtuelle Netzwerkkarten besitzen.

---

## Virtueller Switch

Ein virtueller Switch verbindet virtuelle Maschinen miteinander und mit dem physischen Netzwerk.

Aufgaben:

| Aufgabe                                 | Erklärung                                      |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|
| VM mit Netzwerk verbinden               | VM kann mit anderen Systemen kommunizieren     |
| VM-zu-VM-Kommunikation                  | VMs auf demselben Host können kommunizieren    |
| VLAN-Zuordnung                          | VMs können getrennten Netzen zugeordnet werden |
| Verbindung zur physischen Netzwerkkarte | Zugriff ins echte Netzwerk                     |

---

## Netzwerkmodi bei virtuellen Maschinen

Je nach Plattform gibt es verschiedene Netzwerkkarten.

| Modus     | Bedeutung                                         |
|-----------|---------------------------------------------------|
| Bridged   | VM ist direkt im gleichen Netzwerk wie der Host   |
| NAT       | VM nutzt den Host als Vermittler ins Netzwerk     |
| Host-only | VM kommuniziert nur mit dem Host                  |
| Internal  | VMs kommunizieren nur untereinander               |
| VLAN      | VM ist einem bestimmten virtuellen LAN zugeordnet |

---

## Bridged Networking

Bei Bridged Networking ist die VM wie ein eigenes Gerät im Netzwerk sichtbar.

Beispiel:

| Gerät  | IP-Adresse    |
|--------|---------------|
| Host   | 192.168.10.10 |
| VM     | 192.168.10.20 |
| Client | 192.168.10.30 |

Die VM kann direkt von anderen Geräten im Netzwerk erreicht werden.

---

## NAT Networking

Bei NAT nutzt die VM den Host als Vermittler nach außen.

Die VM kann oft ins Internet, ist aber aus dem Netzwerk nicht direkt erreichbar.

Vorteil:

Einfach für Tests.

Nachteil:

Für Serverdienste weniger direkt nutzbar, wenn andere Clients auf die VM zugreifen sollen.

---

## Host-only Networking

Bei Host-only kann die VM nur mit dem Host kommunizieren.

Das ist nützlich für isolierte Tests.

Beispiel:

Eine Test-VM soll nicht ins Firmennetz, aber vom eigenen Rechner aus erreichbar sein.

---

## VLAN bei VMs

Mit VLANs kann man virtuelle Maschinen logisch in verschiedene Netzwerke trennen.

Beispiel:

| VLAN | Zweck |
|------|-------|
|------|-------|

|         |            |
|---------|------------|
| VLAN 10 | Management |
| VLAN 20 | Server     |
| VLAN 30 | Storage    |
| VLAN 40 | Clients    |
| VLAN 50 | DMZ        |

VLANs helfen bei Sicherheit, Ordnung und Netzwerksegmentierung.

## VM-Konfiguration

Eine VM besteht aus mehreren Konfigurationswerten.

Typische Angaben:

| Einstellung      | Beispiel                   |
|------------------|----------------------------|
| Name             | WEB01                      |
| Betriebssystem   | Debian 12                  |
| vCPU             | 2                          |
| RAM              | 4 GB                       |
| Festplatte       | 80 GB                      |
| Netzwerk         | VLAN 20                    |
| ISO              | Debian-Installationsmedium |
| Boot-Reihenfolge | Disk vor ISO               |
| Autostart        | Ja oder Nein               |

## Gastbetriebssystem

Das Gastbetriebssystem ist das Betriebssystem innerhalb der VM.

Beispiele:

| Gastbetriebssystem | Einsatz                                   |
|--------------------|-------------------------------------------|
| Windows Server     | Active Directory, Fileserver, Anwendungen |
| Debian             | Serverdienste, Webserver, Container       |
| Ubuntu Server      | Cloud, Web, Anwendungen                   |
| Rocky Linux        | Unternehmensnahe Linux-Umgebungen         |
| pfSense            | Firewall oder Router                      |

| Gastbetriebssystem | Einsatz                                 |
|--------------------|-----------------------------------------|
| FreeBSD            | Netzwerkdienste oder Spezialanwendungen |

VMware Tools / Guest Tools

Viele Virtualisierungsplattformen verwenden Zusatztools im Gastbetriebssystem.

Beispiele:

| Plattform     | Tool                 |
|---------------|----------------------|
| VMware        | VMware Tools         |
| Hyper-V       | Integration Services |
| Proxmox / KVM | QEMU Guest Agent     |
| VirtualBox    | Guest Additions      |

Nutzen:

| Vorteil                 | Erklärung                          |
|-------------------------|------------------------------------|
| Bessere Treiber         | Netzwerk, Grafik, Storage          |
| Sauberes Herunterfahren | Hypervisor kann VM korrekt stoppen |
| IP-Adresse anzeigen     | Host sieht Informationen der VM    |
| Zeitsynchronisation     | Uhrzeit bleibt korrekt             |
| Bessere Performance     | Optimierte Kommunikation           |

Snapshot

Ein Snapshot speichert den Zustand einer VM zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Er wird häufig vor Änderungen erstellt.

Beispiele:

| Situation                  | Warum Snapshot?                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| Vor Updates                | Rückkehr möglich, wenn Update fehlschlägt |
| Vor Softwareinstallation   | Test kann rückgängig gemacht werden       |
| Vor Konfigurationsänderung | Sicherheit bei Fehlern                    |
| In Laborumgebungen         | Schnell zu einem Ausgangszustand zurück   |

## Was speichert ein Snapshot?

Je nach Plattform kann ein Snapshot Folgendes enthalten:

| Bestandteil                       | Bedeutung                                          |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------|
| Zustand der virtuellen Festplatte | Änderungen ab Snapshot werden getrennt gespeichert |
| VM-Konfiguration                  | Einstellungen der VM                               |
| Arbeitsspeicherzustand            | Optional laufender Zustand der VM                  |

## Snapshots sind kein Backup

Ein Snapshot ist kein vollständiges Backup.

Warum?

| Grund                           | Erklärung                                                |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Abhängigkeit vom Storage        | Snapshot liegt meist auf demselben Storage               |
| Nicht für Langzeit gedacht      | Snapshots können Performance verschlechtern              |
| Kein Schutz vor Storage-Ausfall | Wenn Storage defekt ist, ist auch der Snapshot betroffen |
| Kein Ersatz für Sicherung       | Backup muss separat vorhanden sein                       |

Merksatz:

**Snapshots sind gut für kurzfristige Änderungen, aber kein Ersatz für Backups.**

## Backup von virtuellen Maschinen

Ein VM-Backup sichert eine virtuelle Maschine oder ihre Daten.

Arten:

| Backupart                       | Erklärung                                                |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Image-basiertes Backup          | Ganze VM wird gesichert                                  |
| Datei-basiertes Backup          | Einzelne Dateien werden gesichert                        |
| Applikationskonsistentes Backup | Anwendungen wie Datenbanken werden sauber berücksichtigt |
| Agent-basiertes Backup          | Backup-Software läuft in der VM                          |
| Agentless Backup                | Backup erfolgt über den Hypervisor                       |

## Applikationskonsistentes Backup

Ein applikationskonsistentes Backup berücksichtigt laufende Anwendungen.

Wichtig bei:

| Anwendung        | Warum wichtig?                                 |
|------------------|------------------------------------------------|
| Datenbanken      | Schreibvorgänge müssen konsistent sein         |
| Active Directory | Verzeichnisdienst muss sauber gesichert werden |
| Mailserver       | Viele Transaktionen                            |
| ERP-Systeme      | Geschäftsdaten dürfen nicht beschädigt werden  |

Ein einfaches Kopieren einer laufenden virtuellen Festplatte reicht nicht immer aus.

---

## Template

Ein Template ist eine Vorlage für neue virtuelle Maschinen.

Beispiel:

Eine Windows-Server-VM wird installiert, aktualisiert und vorbereitet.

Danach wird sie als Template gespeichert.

Aus diesem Template können neue Server schneller erstellt werden.

Vorteile:

| Vorteil                   | Erklärung                    |
|---------------------------|------------------------------|
| Schnellere Bereitstellung | Neue VMs schneller erstellen |
| Einheitliche Basis        | Gleiche Grundkonfiguration   |
| Weniger Fehler            | Standardisierte Installation |
| Automatisierung möglich   | Gut für größere Umgebungen   |

## Clone

Ein Clone ist eine Kopie einer virtuellen Maschine.

Arten:

| Clone-Art | Bedeutung |
|-----------|-----------|
|-----------|-----------|

|              |                                            |
|--------------|--------------------------------------------|
| Full Clone   | Vollständige unabhängige Kopie             |
| Linked Clone | Kopie, die von einer Basis-VM abhängig ist |

Full Clone:

| Vorteil    | Nachteil               |
|------------|------------------------|
| Unabhängig | Benötigt mehr Speicher |

Linked Clone:

| Vorteil        | Nachteil              |
|----------------|-----------------------|
| Spart Speicher | Abhängig von Basis-VM |

ISO-Datei

Eine ISO-Datei ist ein Abbild eines Installationsmediums.

Beispiel:

Eine Debian-ISO wird in die VM eingebunden, um Debian zu installieren.

Ablauf:

| Schritt                     | Erklärung                             |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| VM erstellen                | Virtuelle Hardware anlegen            |
| ISO einbinden               | Installationsmedium bereitstellen     |
| VM starten                  | Von ISO booten                        |
| Betriebssystem installieren | Installation in der VM                |
| ISO entfernen               | Nach Installation nicht mehr benötigt |

Live Migration

Live Migration bedeutet, dass eine laufende VM von einem Host auf einen anderen Host verschoben wird.

Die VM soll dabei weiterlaufen.

Beispiele für Begriffe:

| Plattform | Begriff |
|-----------|---------|
| VMware    | vMotion |



| Plattform   | Begriff        |
|-------------|----------------|
| Hyper-V     | Live Migration |
| Proxmox/KVM | Live Migration |

Nutzen:

| Situation      | Vorteil                                      |
|----------------|----------------------------------------------|
| Host-Wartung   | VMs vorher auf andere Hosts verschieben      |
| Lastverteilung | VMs auf weniger ausgelastete Hosts verteilen |
| Hardwaretausch | Dienste bleiben verfügbar                    |
| Clusterbetrieb | Wichtig für Hochverfügbarkeit                |

## Voraussetzungen für Live Migration

| Voraussetzung                         | Erklärung                               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| Mehrere Hosts                         | VM braucht Zielhost                     |
| Gemeinsamer oder replizierter Storage | Zielhost muss VM-Daten erreichen        |
| Netzwerkverbindung                    | VM-Zustand wird übertragen              |
| Kompatible CPUs                       | Zielhost muss VM ausführen können       |
| Clusterverwaltung                     | Hosts müssen gemeinsam verwaltet werden |

## Cold Migration

Cold Migration bedeutet, dass eine ausgeschaltete VM verschoben wird.

Vorteil:

Einfacher als Live Migration.

Nachteil:

Die VM ist währenddessen nicht verfügbar.

## Storage Migration

Storage Migration bedeutet, dass die virtuellen Festplatten einer VM auf einen anderen Speicher verschoben werden.

Beispiel:

Die VM läuft weiter auf Host 1.

Ihre virtuelle Festplatte wird von Storage A nach Storage B verschoben.

Nutzen:

| Situation                  | Vorteil                           |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Storage wird voll          | Daten verschieben                 |
| Alter Storage wird ersetzt | Migration vorbereiten             |
| Performanceoptimierung     | VM auf schnelleren Speicher legen |

## Virtuelle Maschine vs. Container

Eine VM virtualisiert einen ganzen Computer.

Ein Container virtualisiert eher eine Anwendung mit ihren Abhängigkeiten.

| Merkmal             | Virtuelle Maschine           | Container               |
|---------------------|------------------------------|-------------------------|
| Betriebssystem      | Eigenes Gastbetriebssystem   | Nutzt Host-Kernel       |
| Isolation           | Stärker                      | Leichter                |
| Ressourcenverbrauch | Höher                        | Niedriger               |
| Startzeit           | Langsamer                    | Sehr schnell            |
| Einsatz             | Ganze Server                 | Anwendungen und Dienste |
| Beispiele           | Windows Server VM, Debian VM | Docker, LXC             |

## LXC vs. Docker

| Merkmal    | LXC                           | Docker                            |
|------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Art        | Systemcontainer               | Anwendungscontainer               |
| Nutzung    | Fast wie kleiner Linux-Server | Einzelne Anwendung                |
| Verwaltung | Häufig in Proxmox             | Häufig für Apps und Microservices |
| Beispiel   | Linux-Container mit SSH       | Nginx-Container                   |

## Wann nutzt man eine VM?

Eine VM ist sinnvoll, wenn ein vollständiges Betriebssystem benötigt wird.

Beispiele:

| Einsatz           | Grund                                    |
|-------------------|------------------------------------------|
| Windows Server    | Eigenes Betriebssystem nötig             |
| Domain Controller | Klare Isolation und Betriebssystemrolle  |
| Datenbankserver   | Stabiler eigener Serverkontext           |
| Testsystem        | Sicher getrennt vom Host                 |
| Legacy-Anwendung  | Alte Anwendung braucht eigenes System    |
| Firewall-VM       | Eigene Netzwerkschnittstellen und Regeln |

## Wann nutzt man Container?

Container sind sinnvoll, wenn Anwendungen leichtgewichtig und schnell bereitgestellt werden sollen.

Beispiele:

| Einsatz         | Grund                                  |
|-----------------|----------------------------------------|
| Webanwendung    | Schnell bereitstellbar                 |
| Microservices   | Einzelne Dienste getrennt              |
| Testumgebung    | Schnell starten und löschen            |
| Automatisierung | Gut mit CI/CD                          |
| Self-Hosting    | Viele Anwendungen auf wenig Ressourcen |

## Ressourcenplanung bei VMs

Vor dem Erstellen einer VM sollte man Ressourcen planen.

Wichtige Fragen:

| Frage                                  | Bedeutung                    |
|----------------------------------------|------------------------------|
| Wie viele vCPUs braucht die VM?        | Rechenleistung               |
| Wie viel RAM braucht die VM?           | Arbeitsspeicher              |
| Wie viel Speicherplatz braucht sie?    | vDisk-Größe                  |
| Welche Netzwerkverbindung braucht sie? | VLAN, IP, Firewall           |
| Wird sie gesichert?                    | Backupkonzept                |
| Ist sie kritisch?                      | Hochverfügbarkeit nötig?     |
| Welche Lizenz wird benötigt?           | Betriebssystem und Anwendung |

Beispiel für VM-Planung

| Einstellung       | Beispiel           |
|-------------------|--------------------|
| VM-Name           | WEB01              |
| Aufgabe           | Interner Webserver |
| Betriebssystem    | Debian 12          |
| vCPU              | 2                  |
| RAM               | 4 GB               |
| vDisk             | 60 GB              |
| Netzwerk          | VLAN 20 Servernetz |
| IP-Adresse        | 192.168.20.30      |
| Backup            | Täglich            |
| Hochverfügbarkeit | Ja, wenn produktiv |

Überprovisionierung

Überprovisionierung bedeutet, dass mehr Ressourcen geplant oder vergeben werden, als tatsächlich vorhanden oder sinnvoll sind.

Beispiele:

| Art                         | Beispiel                              |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| CPU-Überprovisionierung     | Mehr vCPUs als physische Kerne        |
| RAM-Überprovisionierung     | Mehr RAM vergeben als vorhanden       |
| Storage-Überprovisionierung | Thin Disks größer als echter Speicher |
| Netzwerk-Überlastung        | Zu viele VMs auf zu wenig Bandbreite  |

Überprovisionierung kann funktionieren, muss aber überwacht werden.

Typische Performanceprobleme bei VMs

| Problem          | Mögliche Ursache                   |
|------------------|------------------------------------|
| VM ist langsam   | Zu wenig RAM                       |
| Hohe Wartezeiten | Langsamer Storage                  |
| CPU hoch         | Zu wenig vCPU oder Host überlastet |
| Netzwerk langsam | Falsches VLAN, Treiber, Bandbreite |

| Problem               | Mögliche Ursache                              |
|-----------------------|-----------------------------------------------|
| VM startet nicht      | Kein Speicherplatz oder falsche Konfiguration |
| Backup dauert lange   | Große VM oder langsamer Storage               |
| Snapshot wächst stark | Snapshot wurde zu lange behalten              |

Storage-Performance

Storage ist bei Virtualisierung besonders wichtig.

Viele VMs greifen gleichzeitig auf denselben Speicher zu.

Wichtige Begriffe:

| Begriff   | Bedeutung                               |
|-----------|-----------------------------------------|
| IOPS      | Ein- und Ausgabeoperationen pro Sekunde |
| Latenz    | Verzögerung beim Speicherzugriff        |
| Durchsatz | Datenmenge pro Sekunde                  |
| Queue     | Warteschlange von Speicheroperationen   |

Merksatz:

Viele langsame VM-Probleme sind eigentlich Storage-Probleme.

Netzwerksegmentierung bei VMs

VMs sollten je nach Aufgabe in passende Netzwerke getrennt werden.

Beispiel:

| Netzwerk       | Inhalt                         |
|----------------|--------------------------------|
| Managementnetz | Hypervisor-Verwaltung          |
| Servernetz     | Interne Server                 |
| DMZ            | Öffentlich erreichbare Dienste |
| Storage-Netz   | Storage-Verkehr                |
| Backup-Netz    | Backup-Datenverkehr            |

Vorteil:

Netzwerksegmentierung erhöht Sicherheit und Übersichtlichkeit.

## DMZ bei virtuellen Maschinen

Eine DMZ ist ein separates Netzwerk für Dienste, die von außen erreichbar sind.

Beispiele:

| VM         | Aufgabe                |
|------------|------------------------|
| REVPROXY01 | Reverse Proxy          |
| WEB01      | Öffentlicher Webserver |
| VPN01      | VPN-Gateway            |

Diese Systeme sollten nicht direkt im internen Servernetz stehen.

---

## VM-Sicherheit

Auch virtuelle Maschinen müssen abgesichert werden.

Maßnahmen:

| Maßnahme               | Erklärung                        |
|------------------------|----------------------------------|
| Updates installieren   | Sicherheitslücken schließen      |
| Firewall konfigurieren | Zugriff begrenzen                |
| Rechte beschränken     | Least Privilege                  |
| Dienste minimieren     | Nur notwendige Dienste betreiben |
| Backup einrichten      | Wiederherstellung ermöglichen    |
| Monitoring nutzen      | Probleme erkennen                |
| Logging aktivieren     | Ereignisse nachvollziehen        |
| Netzwerk trennen       | VLANs und Firewalls nutzen       |

---

## Hypervisor-Sicherheit

Der Hypervisor ist besonders kritisch.

Wenn ein Angreifer den Hypervisor kontrolliert, sind alle VMs gefährdet.

Maßnahmen:

| Maßnahme                      | Erklärung              |
|-------------------------------|------------------------|
| Managementzugriff beschränken | Nur Adminnetz oder VPN |

| Maßnahme                    | Erklärung                              |
|-----------------------------|----------------------------------------|
| Starke Passwörter verwenden | Schutz vor unbefugtem Zugriff          |
| MFA nutzen                  | Zusätzliche Sicherheit                 |
| Updates installieren        | Sicherheitslücken schließen            |
| Rollen und Rechte nutzen    | Nicht jeder Admin braucht Vollzugriff  |
| Logging aktivieren          | Änderungen nachvollziehen              |
| Managementnetz trennen      | Nicht direkt aus Clientnetz erreichbar |
| Backups der Konfiguration   | Wiederherstellung erleichtern          |

## VM-Dokumentation

Virtuelle Maschinen sollten sauber dokumentiert werden.

Wichtige Angaben:

| Bereich        | Beispiel            |
|----------------|---------------------|
| VM-Name        | DB01                |
| Aufgabe        | Datenbankserver     |
| Betriebssystem | Debian 12           |
| Host / Cluster | HV01 oder Cluster01 |
| vCPU           | 4                   |
| RAM            | 16 GB               |
| Festplatte     | 200 GB              |
| Netzwerk       | VLAN 30             |
| IP-Adresse     | 192.168.30.10       |
| Backup         | Täglich             |
| Verantwortlich | IT-Abteilung        |
| Abhängigkeiten | APP01 benötigt DB01 |

## Namenskonventionen für VMs

Saubere Namen helfen bei Verwaltung und Fehlersuche.

Beispiele:

| Name | Bedeutung |
|------|-----------|
|------|-----------|

|        |                      |
|--------|----------------------|
| DC01   | Domain Controller 1  |
| DC02   | Domain Controller 2  |
| FILE01 | Fileserver 1         |
| WEB01  | Webserver 1          |
| DB01   | Datenbankserver 1    |
| APP01  | Applikationsserver 1 |
| BKP01  | Backupserver 1       |
| MON01  | Monitoringserver 1   |

Typische kleine Virtualisierungsumgebung

Beispiel:

Ein Unternehmen hat einen Virtualisierungshost.

Darauf laufen mehrere VMs:

| VM     | Aufgabe                   |
|--------|---------------------------|
| DC01   | Domain Controller und DNS |
| FILE01 | Dateiserver               |
| APP01  | Fachanwendung             |
| DB01   | Datenbank                 |
| BKP01  | Backupverwaltung          |

Vorteil:

Weniger physische Server.

Nachteil:

Der einzelne Host ist ein Single Point of Failure, wenn keine Hochverfügbarkeit vorhanden ist.

Typische größere Virtualisierungsumgebung

Beispiel:

| Komponente | Aufgabe                |
|------------|------------------------|
| HV01       | Virtualisierungshost 1 |
| HV02       | Virtualisierungshost 2 |



| Komponente     | Aufgabe                |
|----------------|------------------------|
| HV03           | Virtualisierungshost 3 |
| Shared Storage | Gemeinsamer Speicher   |
| Backupserver   | Sicherung der VMs      |
| Managementnetz | Verwaltung             |
| Servernetz     | VM-Kommunikation       |

In dieser Umgebung können VMs bei Wartung oder Ausfall auf andere Hosts verschoben werden.

Das führt zum nächsten Thema: Cluster und Hochverfügbarkeit.

---

### Prüfungsnahes Beispiel

Aufgabe:

Ein Unternehmen betreibt vier physische Server mit jeweils geringer Auslastung. Die Server sind alt und sollen ersetzt werden.

Frage:

Welche Lösung wäre sinnvoll?

Mögliche Antwort:

Eine sinnvolle Lösung wäre Virtualisierung. Die bisherigen Serverrollen können als virtuelle Maschinen auf einem oder mehreren leistungsfähigen Virtualisierungshosts betrieben werden. Dadurch werden Ressourcen besser genutzt, neue Server können schneller bereitgestellt werden und Backups sowie Wiederherstellung werden vereinfacht. Für höhere Ausfallsicherheit kann zusätzlich ein Virtualisierungscluster eingesetzt werden.

---

### Typische Prüfungsfrage: Was ist Virtualisierung?

Mögliche Antwort:

Virtualisierung bedeutet, dass physische Hardware logisch aufgeteilt wird, sodass mehrere virtuelle Maschinen auf einem physischen Host betrieben werden können. Jede VM verhält sich wie ein eigener Computer mit eigenem Betriebssystem und eigenen virtuellen Ressourcen.

---

### Typische Prüfungsfrage: Was ist ein Hypervisor?

Mögliche Antwort:

Ein Hypervisor ist die Virtualisierungsschicht, die virtuelle Maschinen erstellt, verwaltet und ihnen Ressourcen wie CPU, RAM, Storage und Netzwerk zuweist. Ein Typ-1-Hypervisor läuft direkt auf der Hardware, ein Typ-2-Hypervisor läuft auf einem vorhandenen Betriebssystem.

**Typische Prüfungsfrage: Unterschied Typ-1- und Typ-2-Hypervisor**

| Typ   | Erklärung                                  | Beispiel                       |
|-------|--------------------------------------------|--------------------------------|
| Typ-1 | Läuft direkt auf der Hardware              | ESXi, Hyper-V, Proxmox         |
| Typ-2 | Läuft auf einem vorhandenen Betriebssystem | VirtualBox, VMware Workstation |

**Typische Prüfungsfrage: Was ist eine virtuelle Maschine?**

Mögliche Antwort:

Eine virtuelle Maschine ist ein simulierter Computer, der auf einem physischen Host läuft. Sie besitzt virtuelle Hardware wie vCPU, vRAM, vDisk und vNIC und verwendet ein eigenes Gastbetriebssystem.

**Typische Prüfungsfrage: Warum sind Snapshots kein Backup?**

Mögliche Antwort:

Snapshots speichern nur einen kurzfristigen Zustand einer VM und liegen meist auf demselben Storage. Sie sind für Tests oder Updates geeignet, aber kein Ersatz für ein separates Backup. Bei Storage-Ausfall oder Datenverlust helfen Snapshots allein oft nicht.

**Typische Prüfungsfrage: Unterschied VM und Container**

| Merkmal          | VM                         | Container            |
|------------------|----------------------------|----------------------|
| Betriebssystem   | Eigenes Gastbetriebssystem | Nutzt Host-Kernel    |
| Ressourcenbedarf | Höher                      | Niedriger            |
| Isolation        | Stärker                    | Leichter             |
| Startzeit        | Länger                     | Sehr kurz            |
| Einsatz          | Ganze Server               | Einzelne Anwendungen |

**Typische Prüfungsfrage: Was ist Live Migration?**

Mögliche Antwort:

Live Migration bedeutet, dass eine laufende virtuelle Maschine von einem Host auf einen anderen Host verschoben wird, ohne sie vorher auszuschalten. Das wird genutzt, um Hosts zu warten, Last zu verteilen oder Hochverfügbarkeit zu ermöglichen.

---

**Typische Prüfungsfrage: Was ist Thin Provisioning?**

Mögliche Antwort:

Thin Provisioning bedeutet, dass einer virtuellen Festplatte eine bestimmte Maximalgröße zugewiesen wird, aber auf dem echten Storage zunächst nur der tatsächlich genutzte Speicherplatz belegt wird. Dadurch wird Speicher effizienter genutzt, es besteht aber das Risiko, dass der Storage voll läuft, wenn viele virtuelle Festplatten wachsen.

---

**Typische Prüfungsfrage: Warum ist Ressourcenplanung bei VMs wichtig?**

Mögliche Antwort:

Mehrere VMs teilen sich die Ressourcen eines Hosts. Werden zu viele vCPUs, zu viel RAM oder zu viel Storage vergeben, kann der Host überlastet werden. Deshalb müssen CPU, RAM, Storage, Netzwerk und Backup sorgfältig geplant und überwacht werden.

---

**Wichtige Begriffe**

| Begriff           | Kurz erklärt                                       |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| Virtualisierung   | Mehrere virtuelle Systeme auf gemeinsamer Hardware |
| Host              | Physischer Server für VMs                          |
| Guest             | Virtuelle Maschine                                 |
| Hypervisor        | Virtualisierungsschicht                            |
| Typ-1-Hypervisor  | Läuft direkt auf Hardware                          |
| Typ-2-Hypervisor  | Läuft auf einem Betriebssystem                     |
| VM                | Virtuelle Maschine                                 |
| vCPU              | Virtuelle CPU                                      |
| vRAM              | Virtueller Arbeitsspeicher                         |
| vDisk             | Virtuelle Festplatte                               |
| vNIC              | Virtuelle Netzwerkkarte                            |
| Virtueller Switch | Verbindet VMs mit Netzwerken                       |
| Snapshot          | Kurzfristig gespeicherter VM-Zustand               |
| Backup            | Echte Datensicherung                               |

| Begriff            | Kurz erklärt                                              |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|
| Template           | Vorlage für neue VMs                                      |
| Clone              | Kopie einer VM                                            |
| Live Migration     | Laufende VM auf anderen Host verschieben                  |
| Cold Migration     | Ausgeschaltete VM verschieben                             |
| Thin Provisioning  | Speicher wird dynamisch belegt                            |
| Thick Provisioning | Speicher wird sofort reserviert                           |
| Overcommitment     | Mehr virtuelle Ressourcen vergeben als physisch vorhanden |
| Gastbetriebssystem | Betriebssystem innerhalb einer VM                         |

---

## Wichtige Merksätze

**Virtualisierung ermöglicht den Betrieb mehrerer virtueller Maschinen auf einem physischen Host.**

**Eine virtuelle Maschine verhält sich wie ein eigener Computer mit eigener virtueller Hardware.**

**Der Hypervisor verwaltet die virtuellen Maschinen und verteilt CPU, RAM, Storage und Netzwerk.**

**Ein Typ-1-Hypervisor läuft direkt auf der Hardware.**

**Ein Typ-2-Hypervisor läuft auf einem vorhandenen Betriebssystem.**

**Snapshots sind kein Ersatz für Backups.**

**Thin Provisioning spart Speicher, muss aber überwacht werden.**

**Zu viele VMs auf einem Host können zu Performanceproblemen führen.**

**RAM ist bei Virtualisierung oft kritischer als CPU.**

**Storage-Probleme sind eine häufige Ursache für langsame VMs.**

**Live Migration ermöglicht Wartung und Lastverteilung ohne Abschalten der VM.**

---

## Kurzzusammenfassung

Virtualisierung ist eine Technik, bei der mehrere virtuelle Maschinen auf einem physischen Server betrieben werden.

Der physische Server wird Host genannt.  
Die virtuelle Maschine wird Guest genannt.  
Der Hypervisor ist die Schicht, die die VMs verwaltet.

Eine VM besitzt virtuelle Hardware wie vCPU, vRAM, vDisk und vNIC und führt ein eigenes Betriebssystem aus.

Wichtige Vorteile sind:

| Vorteil           | Bedeutung                                           |
|-------------------|-----------------------------------------------------|
| Flexibilität      | VMs können schnell erstellt und angepasst werden    |
| Ressourcennutzung | Hardware wird besser ausgelastet                    |
| Backup            | Ganze VMs können gesichert werden                   |
| Migration         | VMs können verschoben werden                        |
| Testumgebungen    | Systeme können schnell aufgebaut werden             |
| Grundlage für HA  | Virtualisierung kann mit Clustern kombiniert werden |

Wichtige Risiken sind:

| Risiko                     | Bedeutung                                      |
|----------------------------|------------------------------------------------|
| Host-Ausfall               | Mehrere VMs können gleichzeitig betroffen sein |
| Ressourcenengpass          | CPU, RAM oder Storage können überlastet werden |
| Storage-Abhängigkeit       | Viele VMs hängen an zentralem Speicher         |
| Sicherheitsrisiko          | Hypervisor muss besonders geschützt werden     |
| Kein Backup durch Snapshot | Snapshots ersetzen keine Datensicherung        |

Virtualisierung ist die Grundlage für viele moderne Serverumgebungen und führt direkt zum nächsten Thema:

**Cluster und Hochverfügbarkeit**

---