



**HOCHSCHULE  
MITTWEIDA**  
University of Applied Sciences

# Betriebssysteme

## Windows Virtualisierung

Autor: Tim Wetterau

Stand 10.06.2024



Bundeskriminalamt

[hs-mittweida.de](https://www.hs-mittweida.de)

# Agenda

1. Wiederholung Theorie Virtualisierung
2. Hyper-V
3. Windows Subsystem for Linux (WSL)

# Wiederholung Theorie

Virtualisierung

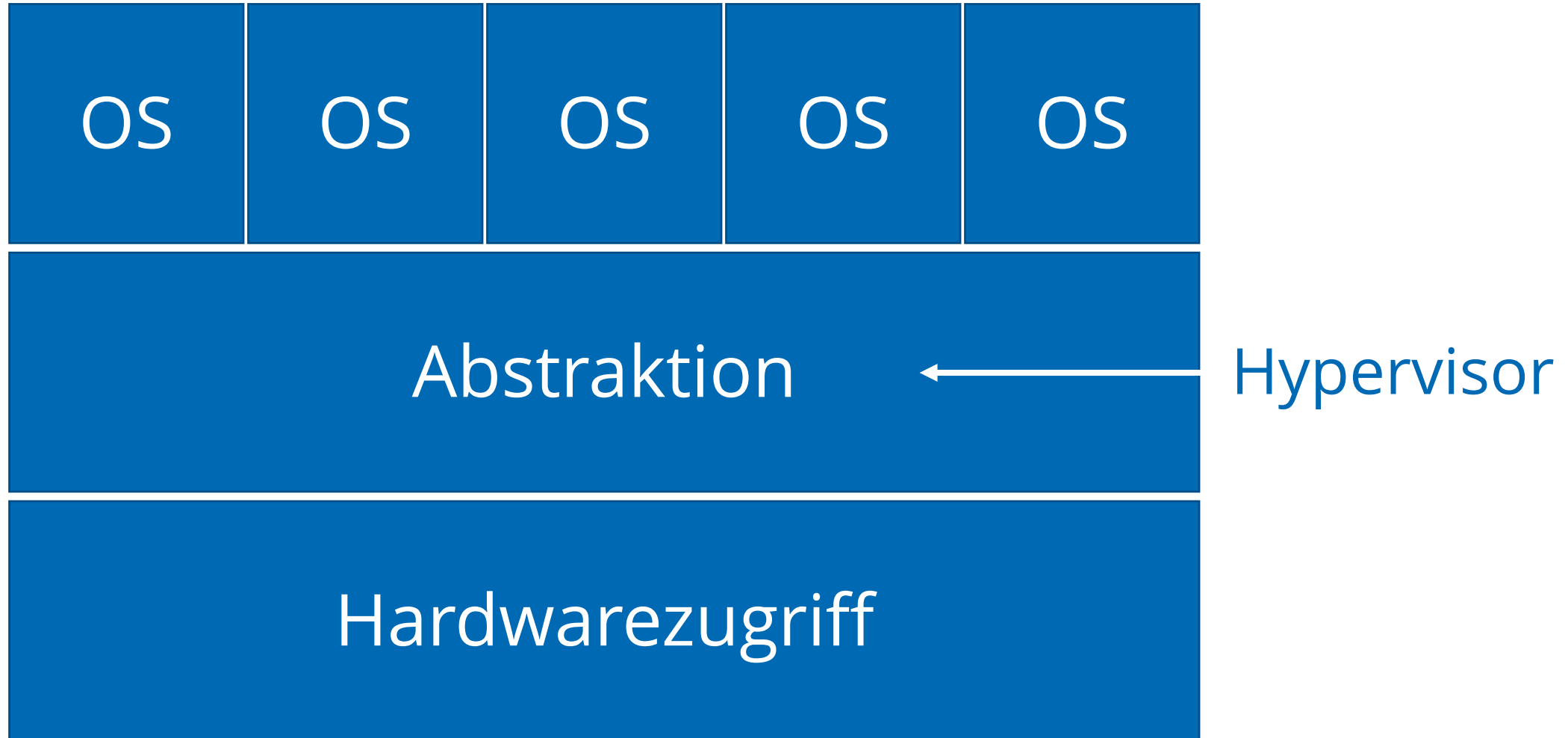
# Virtualisierung Motivation

- Bessere Auslastung von Hardware
  - Ressourceneinsparung = Geldersparnis
- Abstraktion zur vereinfachten Wartung
  - besonders in Netzwerklaufwerken
- Weniger Administrationsaufwand durch weniger Hardware
- Verschiedene Betriebssysteme auf gleicher Hardware
- Abkapselung (Sicherheitsaspekt)
- Ausfallsicherheit (Livemigration)
- Emulation systemferner Hardware (ARM, PowerPC, Game Boy)

# Virtualisierungsbereiche

- Hardwarevirtualisierung
  - In Mainframe-Computern (LPAR), Emulation, Java-Virtual-Maschine
- Speichervirtualisierung
  - Storage Attached Network (SAN), Linux Logical Volume Manager (LLVM)
- Netzwerkvirtualisierung
  - VLANs, Software Defined Network, VPN
- **Systemvirtualisierung** ← Betrachtung heute
  - Hypervisor (KVM, VMWare, Hyper-V, Virtual Box)
- **Betriebssystemvirtualisierung** ←
  - Container (Docker, Jail, Zone, LXC)
- Desktopvirtualisierung
  - Citrix VirtualDesktop, VMware Horizon, X2Go
- Softwarevirtualisierung
  - Honey-Pod, Windows-XP-Modus, Wine (unter Linux), portable Software

# Grundlegender Aufbau

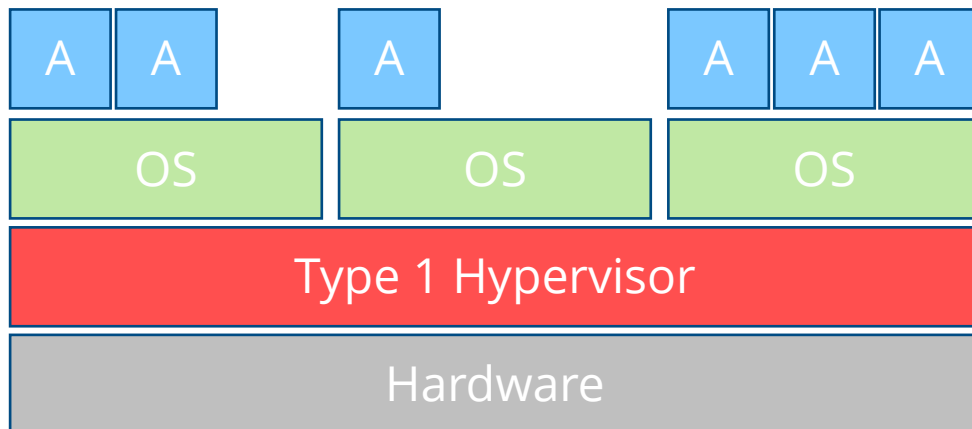


# Hypervisor Aufgaben

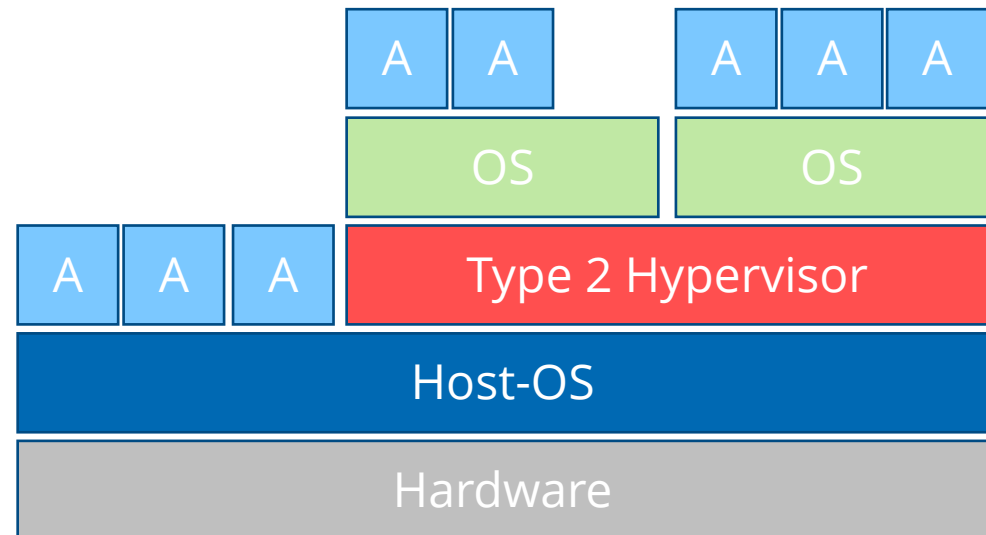
- Abstrahieren von physischer Hardware als Ressourcen
- Ressourcenverwaltung und deren Zuteilung in virtuelle Umgebungen
  - Prozessor
  - Arbeitsspeicher
  - Laufwerke (Diskette, CD, DVD, HDD, SSD)
  - Netzwerk (Zugriff extern, Internes Netzwerk zwischen VMs)
  - Grafikkarte
  - I/O-Geräte (USB, Audio, ...)
- Rechteverwaltung
- **Ziel: Abstrahierte und isolierte Umgebung für jede VM**

# Hypervisor Typen

- **Type 1** (nativ / bare-metal)
  - Hypervisor läuft auf Hardware
  - Hypervisor hat Treiber für Hardware
  - Sehr performant
  - KVM, Microsoft Hyper-V, VMware VSphere



- **Type 2** (hosted)
  - Hypervisor läuft als Anwendung unter Host-OS
  - Hypervisor nutzt Treiber des Host-OS
  - VirtualBox, Parallels, QEMU





# Hypervisor Kommunikationsmodelle

- **Komplett-Virtualisierung**
  - Gast-OS weiß nichts von Virtualisierung → komplette Hardwareemulation
  - Gast-OS benötigt keine Anpassung
- **Para-Virtualisierung**
  - Gast-OS kennt Hypervisor
  - Gast-OS spricht Hypervisor, statt Hardware an (Anpassung nötig)
- **Betriebssystem-Virtualisierung**
  - Keine virtuellen Maschinen → Container
  - Gast-OS nutzt gemeinsame Infrastruktur von Host-OS (Kernel)
  - „Hypervisor“ erzeugt geringen Overhead eher zuständig für Rechteverwaltung
  - selten als Hypervisor bezeichnet → bietet dennoch Isolation

# Hypervisor Software

	Hypervisor Typ 1	Hypervisor Typ 2
<b>Komplett</b>	VMware ESXi, Hyper-V, Xen, KVM	VirtualBox, QEMU, VMware Fusion
<b>Para</b>	Oracle VM Server for SPARC, IBM PowerVM, Integrity VM	Solaris Zones
<b>Betriebssystem</b>	/	Docker, LXC, OpenVZ, Proxmox VE

## Besonderheiten:

- WSL = Subsystem statt Virtualisierungssoftware
- WoW (Wine on Wine) = Kompatibilitätsschicht von Windows auf Linux
- Virtual DOS Machine = Modul zur Ausführung DOS-Anwendungen auf 32-Bit

# Microsoft Hyper-V

# Microsoft Hyper-V

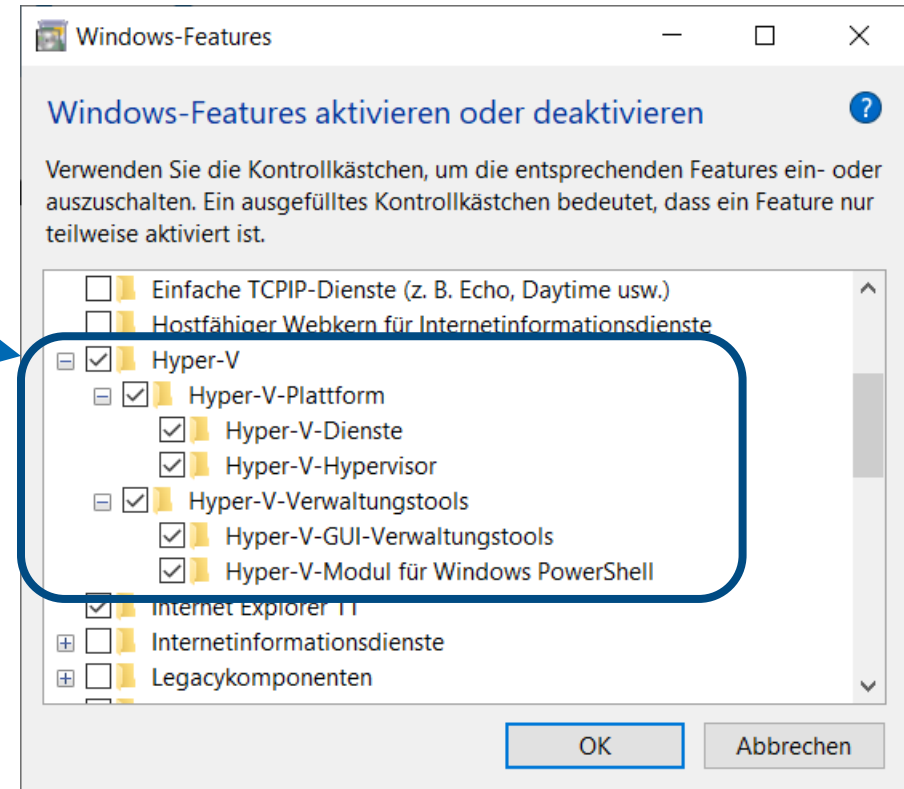
- **Virtualisierungsplattform von Microsoft**
  - Hypervisor Typ 1 ohne unterliegendes OS
  - In Windows Server und teils in Windows 10 als Hyper-V-Manager enthalten
- Entwicklung seit 2004 unter dem Namen „Viridian“
  - Erste stabile Version 2008 mit **Windows Server 2008**
- **Aufgaben:**
  - Virtualisierung
  - Konsolidierung von Workloads
  - Test- und Entwicklungsumgebung
  - Hochverfügbarkeit und Disaster-Recovery
  - Virtual Desktop Infrastructure (VDI)

# Voraussetzung

- 64-Bit CPU
- Hardware-Assisted Virtualization
  - AMD-V
  - Intel-VT
- Hardware-enabled data execution prevention (DEP)
  - XD-bit Intel (Execution Disabled)
  - NX-bit AMD (No Execution)
- **Gültige Lizenz:**
  - Windows Professional, Enterprise oder Education
  - Windows Server

# Installation

- Hyper-V Features aktivieren
- PC-Neustart
- Startmenü
  - Windows-Verwaltungsprogramme
    - Hyper-V-Schnellerstellung



- Falls Hyper-V nicht im Startmenü, so fehlt:  
<https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=45520>  
(WindowsTH-KB2693643-x64 → Remote Server Administration Tool)
- Nach Installation erneuter Neustart

# VM-Komponenten

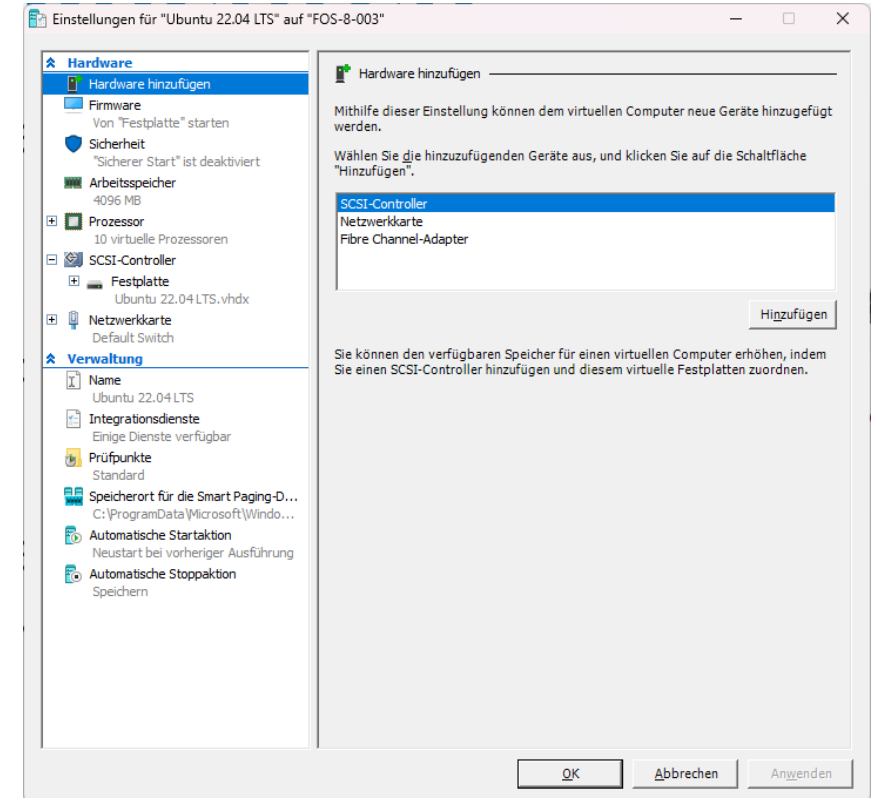
## ➤ Konfigurationsdateien

- XML-Format
- Hardwaredetails (CPU, RAM, Datenträger, ...)
- VM-Einstellung (Netzwerk- und I/O-Zugriff)
- eindeutige GUID und passende Endung

## ➤ Mehrere Dateien:

- <GUID>.vmcx → Konfigurationsdatei (XML)
- <GUID>.vmgs → Hibernationdatei der VM
- <GUID>.vmrs → Speichert Ausführungszustand

→ C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Hyper-V\Virtual Machines



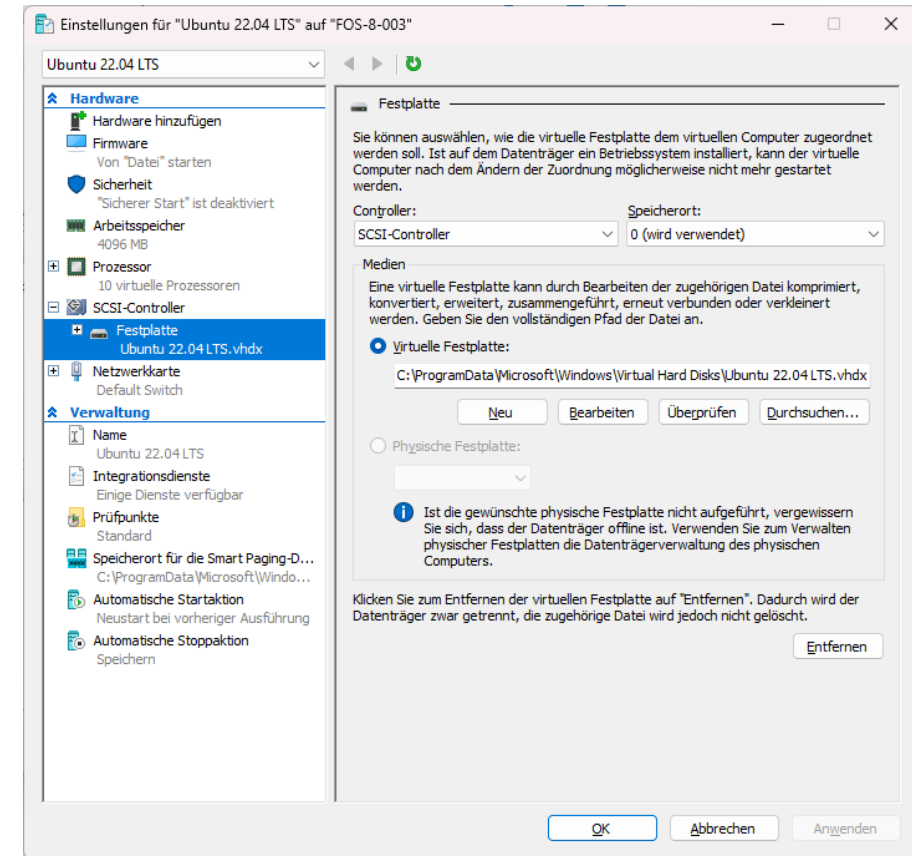
# VM-Komponenten

## ➤ Virtual Hard Disk

- .vhd (feste Größe)
- .vhdx (dynamische Größe, wird größer beim Schreiben)
- Arbeiten als virtuelle Festplatten

→ Pfad:

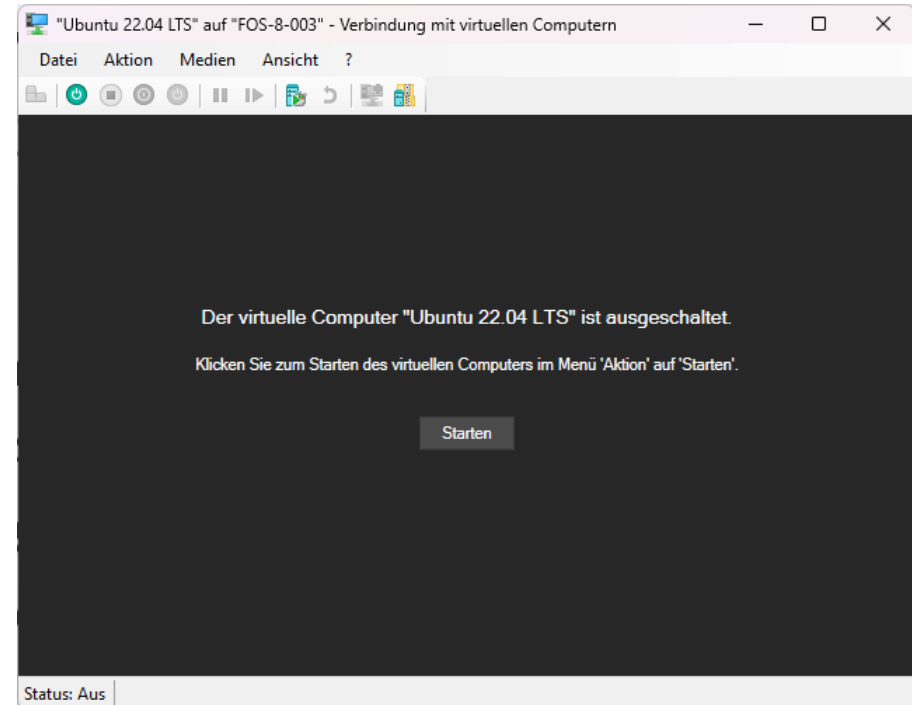
**C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Virtual Hard Disks**





# Interaktion mit VMs

- **Hyper-V-Schnellerstellung** (Hyper-V Quick Create)
  - Erstellen von VMs aus Vorlagen von Microsoft (Stand 10.06.2024)
    - Windows 10 MSIX packaging environment
    - Ubuntu 18.04 LTS
    - Ubuntu 20.04 LTS
    - Ubuntu 22.04 LTS
    - Windows-11-Entwicklungsumgebung
    - Manuell lokale ISO auswählen
- **Hyper-V Manager**
  - Verwalten von VMs
    - Erstellen
    - Löschen
    - Verändern
    - Starten und stoppen



# Hyper-V Manager

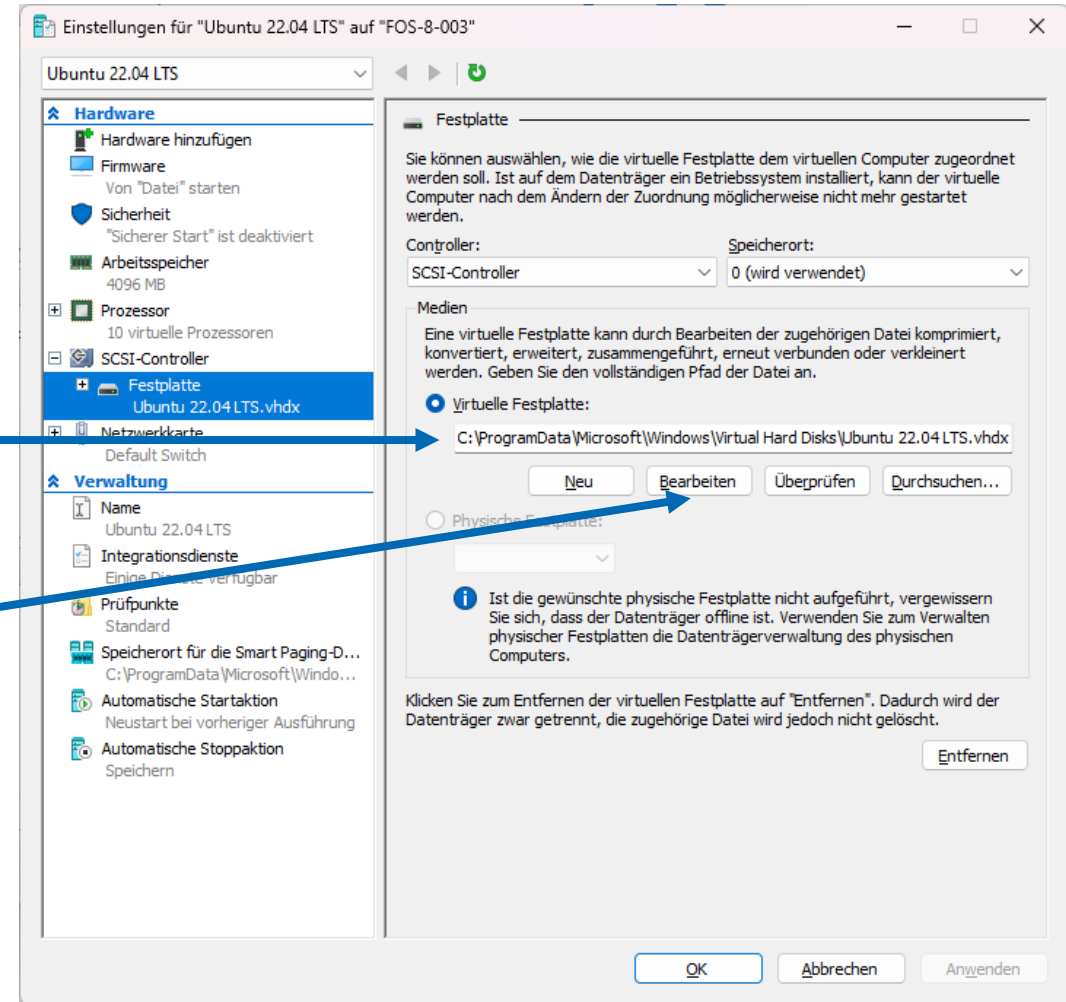
The screenshot shows the Hyper-V Manager interface. On the left, a tree view shows the host 'DESKTOP-5MHG39'. The main area is divided into three sections: 'Virtuelle Computer', 'Prüfpunkte', and 'Ubuntu 20.04'. The 'Virtuelle Computer' section contains a table with the following data:

Name	Phase	CPU-Auslast...	Zugewiesener Spei...	Betriebszeit	Status	Konfiguratio...
Ubuntu 20.04	Aus					9.0

The 'Prüfpunkte' section shows a message: 'Für den ausgewählten virtuellen Computer sind keine Prüfpunkte vorhanden.' The 'Ubuntu 20.04' section shows details: 'Erstellt: 06.04.2022 14:39:53', 'Konfigurationsversion: 9.0', 'Generierung: 2', 'Anmerkung: Keine', and 'Gruppirt: Nein'. The right-hand 'Aktionen' pane lists various actions for both the host and the VM. Blue arrows and text annotations point to specific elements: 'Auflistung von Hosts' points to the host name in the tree; 'Auflistung von VMs' points to the VM name in the table; 'Auflistung von Prüfpunkten (Snapshots) der VM' points to the 'Prüfpunkte' section; 'Auflistung von Einstellungen der VM' points to the VM details section. Brackets on the right group actions under 'Host konfigurieren' and 'VM konfigurieren'.

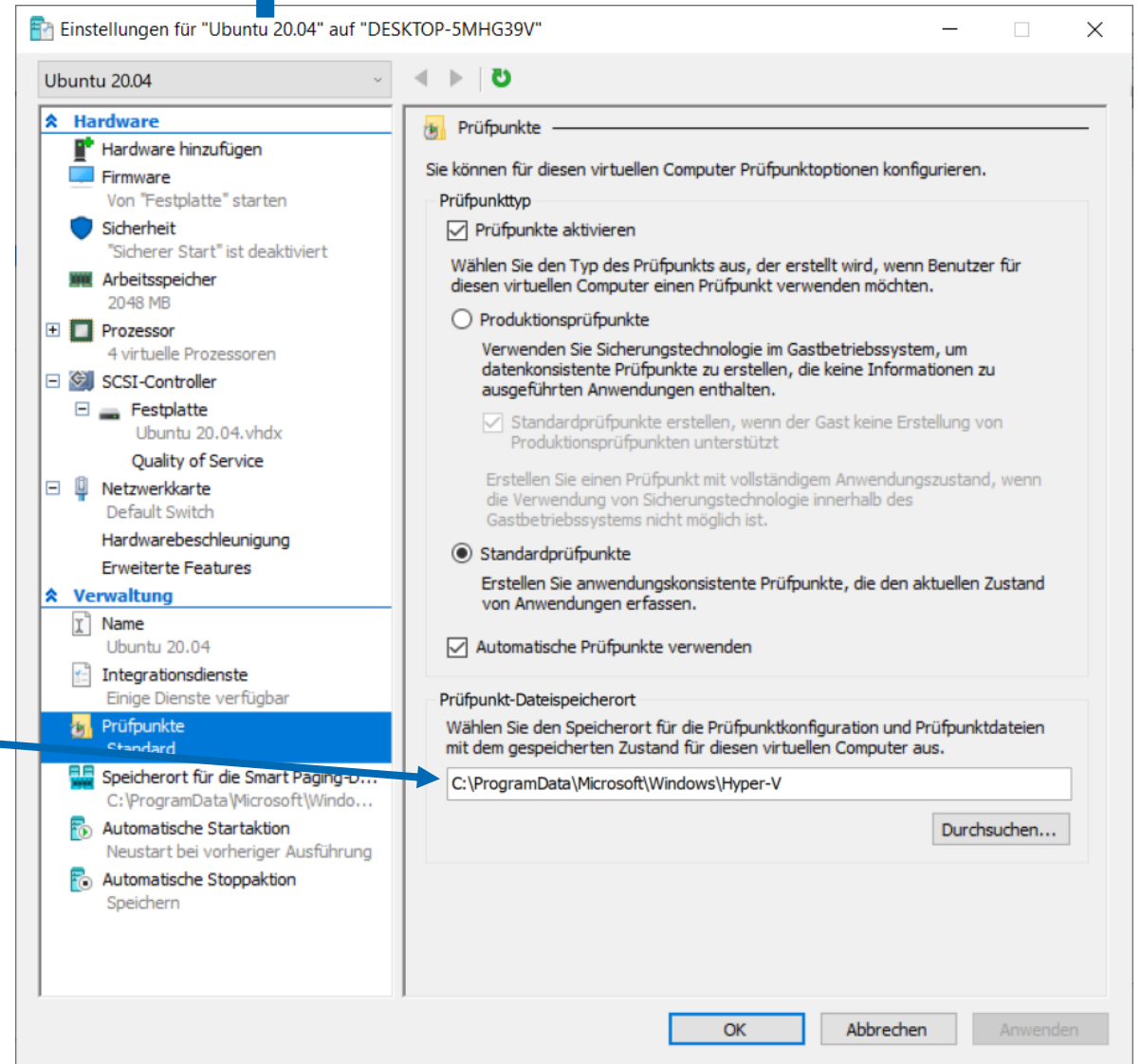
# Hyper-V Festplatte Speicherorte

- Standardmäßig unter:  
`C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Virtual Hard Disks`
- Änderbar für jede Festplatte
- Speicherort in Konfiguration
- **Tipp:** über „Bearbeiten“ kann Festplatte komprimiert und konvertiert werden



# Hyper-V Prüfpunkte Speicherorte

- Prüfpunkte = Snap-Shots
- Abbild eines Zeitpunkts („Foto“ einer VM)
- Standardmäßig unter:  
**C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Hyper-V\Snapshots**
- Änderbar für jede VM
- Speicherort in Konfiguration



# Hyper-V mit PowerShell

- Übersicht über alle PowerShell-Befehle  
**Get-Command -Module hyper-v**
- Hyper-V benötigt Administratorrechte
- PowerShell benötigt Administratorrechte

```
Administrator: Windows PowerShell
PS C:\Windows\system32> Get-Command -Module hyper-v

CommandType Name Version Source
-----
Cmdlet Add-VMAssignableDevice 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMdvdDrive 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMFibreChannelHba 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMGpuPartitionAdapter 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMGroupMember 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMHardDiskDrive 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMHostAssignableDevice 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMKeyStorageDrive 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMMigrationNetwork 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMNetworkAdapter 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMNetworkAdapterAcl 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMNetworkAdapterExtendedAcl 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMNetworkAdapterRoutingDomainMapping 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMpmemController 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMRemoteFx3dVideoAdapter 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMScsiController 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMStoragePath 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMSwitch 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMSwitchExtensionPortFeature 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMSwitchExtensionSwitchFeature 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Add-VMSwitchTeamMember 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Checkpoint-VM 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Compare-VM 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Complete-VMFailover 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Connect-VMNetworkAdapter 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Connect-VMsSan 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Convert-VHD 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Copy-VMFile 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Debug-VM 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disable-VMConsoleSupport 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disable-VMEventing 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disable-VMIntegrationService 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disable-VMMigration 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disable-VMRemoteFXPhysicalVideoAdapter 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disable-VMResourceMetering 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disable-VMSwitchExtension 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disable-VMTPM 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disconnect-VMNetworkAdapter 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Disconnect-VMsSan 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Dismount-VHD 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Dismount-VMHostAssignableDevice 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Enable-VMConsoleSupport 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Enable-VMEventing 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Enable-VMIntegrationService 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Enable-VMMigration 2.0.0.0 Hyper-V
Cmdlet Enable-VMRemoteFXPhysicalVideoAdapter 2.0.0.0 Hyper-V
```

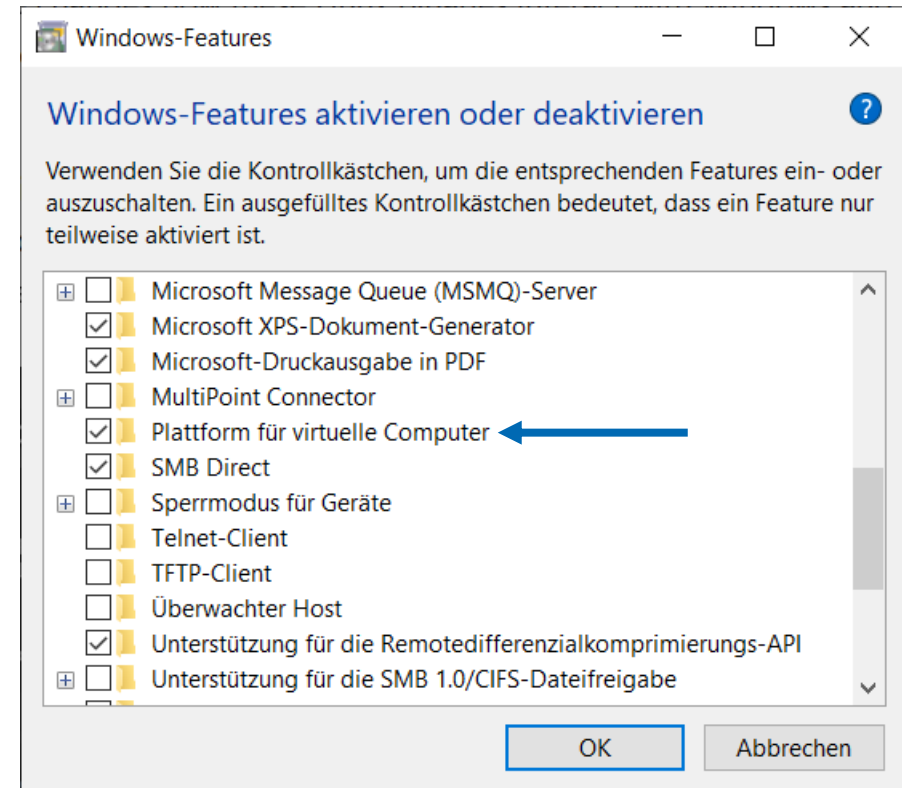
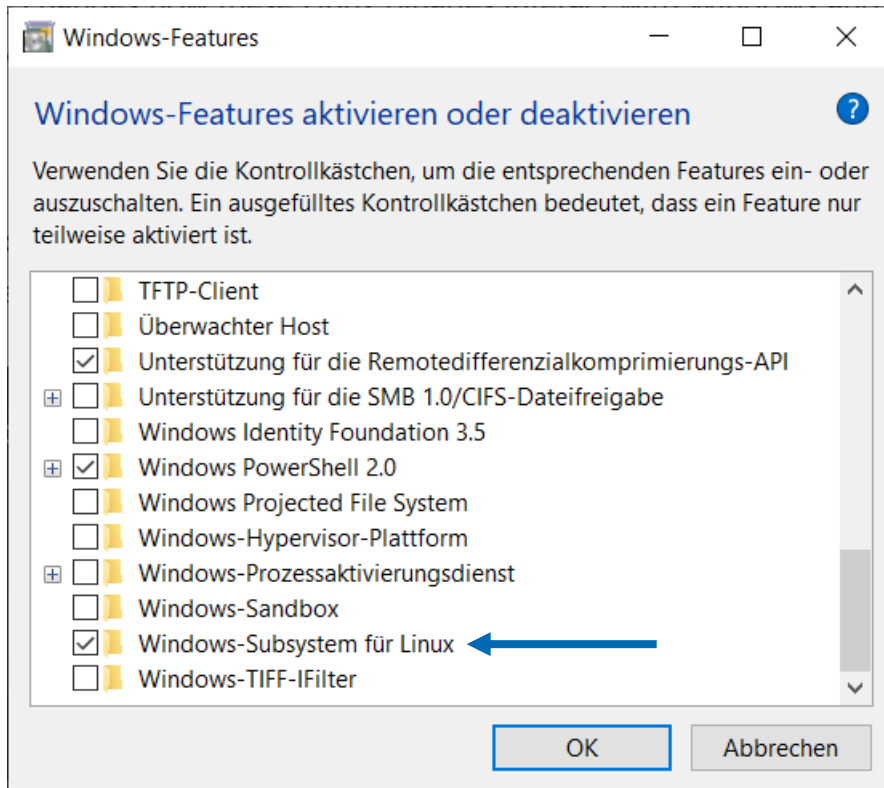
# Wichtige PowerShell-Befehle

- **Get-VMHostCluster**
  - Hyper-V-Cluster auflisten
- **Get-VMHost**
  - Hyper-V-Hosts auflisten
- **Get-VM**
  - VMs auflisten
- **Get-VMHardDiskDrive**
  - Festplatten mit Speicherort auflisten
- **Mount-VHD**
  - Virtuelle Festplatte einbinden
- **Get-VMNetworkAdapter**
  - Netzwerkanschlüsse mit MAC-Adresse auflisten
- **Get-VMNetworkAdapterVlan**
  - VLAN von Netzwerkadaptern auflisten
- **Get-VMSnapshot**
  - Prüfpunkte einer VM auflisten
- **Export-VM**
  - VM exportieren
- **Import-VM**
  - VM importieren

# Windows Subsystem for Linux

# Voraussetzung

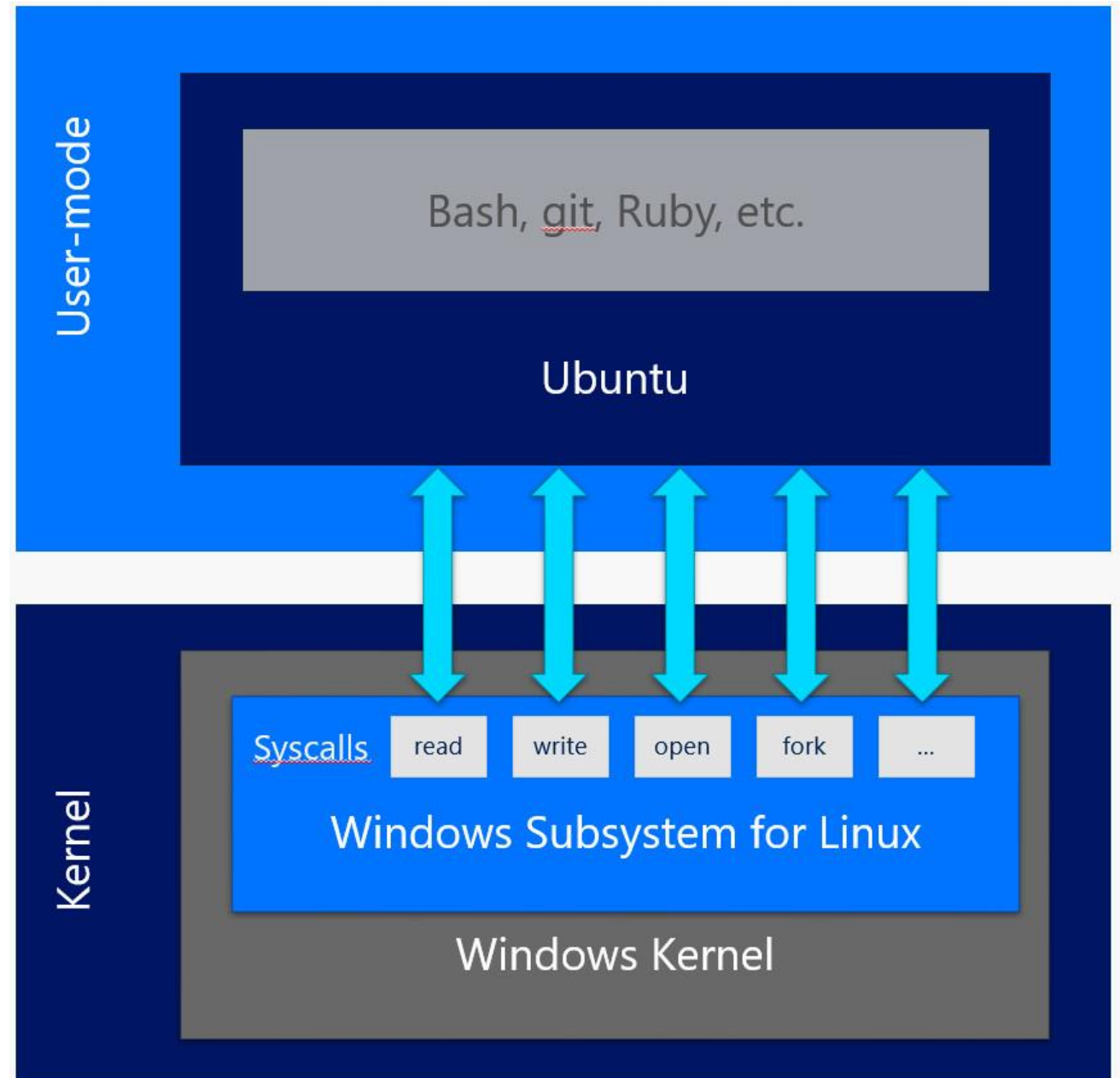
- Windows 10 oder höher
- Folgende Systemfeatures aktiviert:





# Aufbau

- Linux-Befehl wird erkannt durch LXSS-Manager Service
- Ausführung wird an Subsystem übergeben
- Linux-Subsystem nutzt Windows-Kernel
- Windows-Kernel wurde erweitert durch Linux-Kernel-API
- Linux-Subsystem kann auch Windows-API nutzen
- Windows Filesystem ist in Linux-Subsystem gemountet



# Ist WSL eine VM?

- **NEIN!**
- Vergleichbar mit einer Containerization z.B. mit Docker
- WSL nutzt keinen eigenen Kernel sondern greift auf die Systemressourcen zu
  - WSL nutzt Windows-Kernel
  - WSL2 nutzt Linux-Kernel
- Hardware wird nicht virtualisiert oder emuliert durch Hypervisor
  - Direkter Zugriff auf Host-Hardware

→ WSL stellt nur eine Kompatibilitätsschicht dar

# WSL1 vs WSL2

- **WSL1 oder nur WSL**

- Erstes Linux-Subsystem
- Linux-Kernel Aufrufe werden in Windows-Kernel Aufrufe übersetzt
- Schlechte Performance
- „Beta-Version“

- **WSL2**

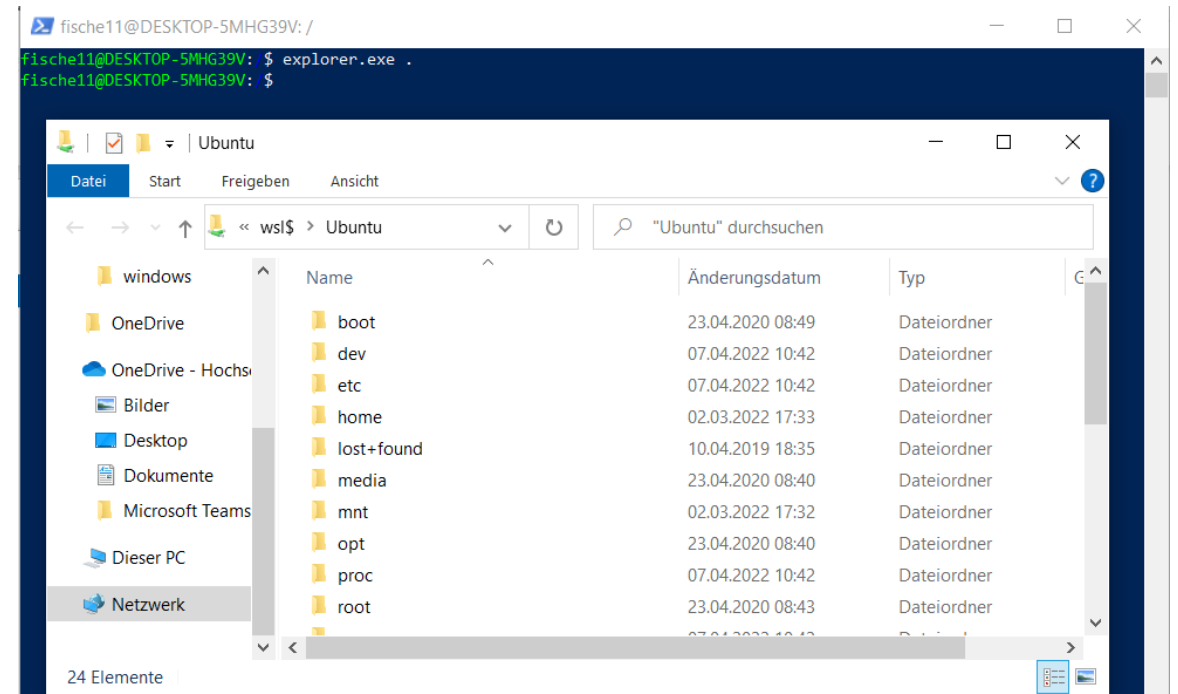
- Performanceverbesserung insbesondere Read/Write-I/O
- Vollständige Kompatibilität, da alle Kernel-Funktionen enthalten
- Enthält echten Linux-Kernel als API
- Schnittstellen zu anderen Programmen (z.B. Windows Docker-GUI)

# Dateieinbindung

- Windows Dateien in WSL
  - Speicherort:  
`/mnt/<Laufwerk-Buchstabe>/`

```
fische11@DESKTOP-5MHG39V: /
fische11@DESKTOP-5MHG39V:/$ ls /mnt/c/
ls: cannot access '/mnt/c/DumpStack.log.tmp': Permission denied
ls: cannot access '/mnt/c/hiberfil.sys': Permission denied
ls: cannot access '/mnt/c/pagefile.sys': Permission denied
ls: cannot access '/mnt/c/swapfile.sys': Permission denied
'$Recycle.Bin'          PerfLogs          Users
'$WinREAgent'         'Program Files'  Windows
'$Windows.~WS'        'Program Files (x86)' hiberfil.sys
'Dokumente und Einstellungen' ProgramData       pagefile.sys
DumpStack.log.tmp     Programme        swapfile.sys
Intel                 Recovery
OneDriveTemp          'System Volume Information'
```

- WSL-Distro Dateien in Windows
  - Speicherort:  
`\\wsl$\<DistroName>`
  - Öffnen mit Befehl in WSL-Distro:  
`explorer.exe .`



# Installation

```
Administrator: Windows PowerShell
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Lernen Sie das neue plattformübergreifende PowerShell kennen - https://aka.ms/pscore6

PS C:\Windows\system32> wsl --install -d Ubuntu
Installation: VM-Plattform
VM-Plattform wurde installiert.
Installation: Windows-Subsystem für Linux
Windows-Subsystem für Linux wurde installiert.
Herunterladen: WSL-Kernel
Installation: WSL-Kernel
WSL-Kernel wurde installiert.
Herunterladen: Ubuntu
Der angeforderte Vorgang wurde erfolgreich abgeschlossen. Änderungen werden erst nach einem Neustart des Systems wirksam.
```

- Standard-Distro: **Ubuntu**
- Wird automatisch installiert mit: **wsl --install**

# Unterstützte Distributionen

- Alle (Import mit tar-Datei)
- Oder eine verfügbare über Microsoft:

```
cmd
i:\>wsl --list --online
Die folgende Liste enthält die gültigen Distributionen, die installiert werden können.
Führen Sie die Installation mithilfe des Befehls „wsl --install -d <Distribution>“ aus
.
NAME                                FRIENDLY NAME
Ubuntu                               Ubuntu
Debian                               Debian GNU/Linux
kali-linux                           Kali Linux Rolling
Ubuntu-18.04                         Ubuntu 18.04 LTS
Ubuntu-20.04                         Ubuntu 20.04 LTS
Ubuntu-22.04                         Ubuntu 22.04 LTS
Ubuntu-24.04                         Ubuntu 24.04 LTS
OracleLinux_7_9                      Oracle Linux 7.9
OracleLinux_8_7                      Oracle Linux 8.7
OracleLinux_9_1                      Oracle Linux 9.1
openSUSE-Leap-15.5                   openSUSE Leap 15.5
SUSE-Linux-Enterprise-Server-15-SP4  SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4
SUSE-Linux-Enterprise-15-SP5        SUSE Linux Enterprise 15 SP5
openSUSE-Tumbleweed                  openSUSE Tumbleweed

i:\>
```

# Wichtige PowerShell-Befehle

- **wsl --list --online**
  - Auflisten aller Distros im Microsoft-Repository
- **wsl --list**
  - Auflisten aller installierten Distros
- **wsl --list --verbose**
  - Auflisten der Zustände aller installierten Distros
- **wsl --distribution <d> --user <u>**
  - Einloggen als User u in Distro d
- **wsl --install --distribution <d>**
  - Distro installieren
- **wsl --export <d> <f>**
  - Distro d in Datei f exportieren
- **wsl --import <d> <i> <f>**
  - Distro d aus Datei f importieren
- **wsl --terminate <d>**
  - Distro Beendigung erzwingen
- **wsl --shutdown**
  - Alle Distros und WSL-VM ausschalten

# Zusammenfassung



# Zusammenfassung

Sie kennen nun die unterschiedlichen Ebenen der Virtualisierung. Darüber hinaus sind die zwei Hypervisor-Typen Ihnen nun bekannt.

Heute erhielten Sie einen Einblick in die Funktionsweise von Hyper-V und können diesen bedienen. Es ist Ihnen damit möglich VMs einzurichten. Außerdem haben Sie nun Kenntnis über die möglichen Netzwerkkommunikationsebenen zwischen VMs, Host und externen Geräten.

Ihnen ist nun der Begriff Windows Subsystem for Linux bekannt und sie können Linux-Subsysteme installieren. Sie kennen darüber hinaus den Unterschied zwischen Subsystem und VM.

Heute haben Sie außerdem gelernt, wie Sie Subsysteme und VMs mittels PowerShell cmdlets erstellen, sichern und steuern.

# Vielen Dank



**HOCHSCHULE  
MITTWEIDA**  
University of Applied Sciences

Tim Wetterau B.Sc.

**Hochschule Mittweida** | University of Applied Sciences  
Technikumplatz 17 | 09648 Mittweida  
Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften

**T** +49 (0) 3727 58-1752  
**@** [wetterau@hs-mittweida.de](mailto:wetterau@hs-mittweida.de)  
[www.cb.hs-mittweida.de](http://www.cb.hs-mittweida.de)

Haus 8 | Richard-Stücklen Bau | Raum 8-303  
Am Schwanenteich 6b | 09648 Mittweida

[hs-mittweida.de](http://hs-mittweida.de)