



Proxmox als Laborumgebung

Für das Homelab oder für KMU

Uwe Küchler

DOAG-Konferenz 2025

AGENDA

1. Warum überhaupt Proxmox?
2. Architektur: KVM, QEMU and LXC
3. Homelab-Demos
4. Automatisierung (kurz)
5. Q&A

NICHT auf der Agenda

- Unattended Installation (FAI)
- HA / DR
 - Check out Proxmox Backup Server or Veeam
- Authentication, IM, SSO
 - Check out Authentik
- Proxmox on your Laptop or Desktop
 - Check out Christian Ballweg's Talk!



Warum überhaupt Proxmox?

Warum überhaupt ein Homelab?

- “Definiere Homelab”
 - Spiel-Umgebung; Infrastruktur, um Dinge auszuprobieren, zu lernen und zu testen
- “Definiere Self-Hosting”
 - Produktiver Betrieb von Software auf *eigener* Infrastruktur
- Die Grenze zwischen beiden ist fließend

Der Übergang vom Homelab zum produktiven Hosting ist fließend. Beispiel:

Die Foto-Verwaltung “Immich” wird zunächst experimentell und für eigene Zwecke installiert. Binnen Wochen sind dort Zehntausende Fotos und Videos der Familie archiviert, geteilt mit Freunden und Bekannten. Und schon ist man Applikationsverantwortlicher. ;-)

OCI "Always-Free Tier" vs. Homelab

Aus sehr subjektiver Erfahrung:

- **Nextcloud** war extrem lahm, sobald ein zweiter User aktiv war (hier: Fotos hochladen, Thumbnails werden erstellt).
 - Liegt z. T. aber auch an Nextclouds Ressourcen-Hunger
 - Check out OpenCloud (but I digress 😊)
- Selbst **git** war langsam
- Trend zur **Souveränität**: raus aus der (US-)Cloud, Daten wieder im eigenen Haus.
- Hardware im Homelab ist **langfristig günstiger** zu haben als in der Cloud.

The Fallout After the Broadcom Merger

The Register

It looks a lot like VMware just lost a 24,000-VM customer

Computershare CT
In this section

[View printer-friendly](#)

Broadcom Con

[PDF] PDF Version

SAN JOSE, Calif., Nov. 22, 2023 /PRNewswire/ — VMware, a global technology leader that designs, develops and delivers infrastructure software solutions, today announced the acquisition of VMware, Inc. VMware's common stock is listed on the New York Stock Exchange (NYSE).

On the whole, the results are mixed. The Broadcom deal didn't completely eviscerate the VMware product line and customer base as some folks predicted. Nor did it lead to ongoing waves of layoffs at the company. But it certainly did upend certain corners of the cloud computing market, not least by apparently driving more ex-VMware customers toward open source alternatives.

NEWSLETTER
SIGN-UP

can pay off

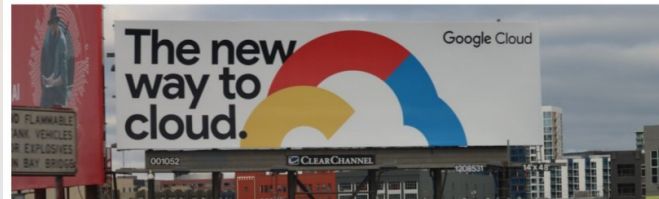
AT&T claimed Broadcom refused to honor an option to acquire support services for perpetual VMware licenses. The telco giant's filings in the case alleged Broadcom offered it a 1,050 percent price increase for VMware products.

PVE soll nicht nur als reine Alternative zu VMware positioniert werden; aber der Erwerb von VMware durch Broadcom hat viel Wirbel gemacht und PVE einen Schub gegeben.

Google Cloud cautions VMware users about impending Broadcom license deadlines

Big license changes are coming down the pike

October 13, 2025 By: Dan Meyer Have your say



— Sebastian Moss

Google Cloud late last week released a VMware “reminder” tied to Broadcom’s impending license portability changes that are set to impact the use of VMware’s Cloud Foundation (VCF) platform running in hyperscale environments.

Google Cloud’s “VMware Engine Product Management Team” released a blog post explaining that Broadcom’s VMware licensing changes for hyperscalers are set to take effect November 1. Those changes will see VMware “moving to an exclusive ‘bring-your-own’ subscription model” for VCF.

Use Case für Proxmox

- Es geht nicht nur um Vmware, aber die sind der Platzhirsch.
- Preise und Weiterentwicklung sind unvorhersagbar – was also sind die Alternativen?
- ⇒ Es gibt einige FOSS-Alternativen, eine davon ist Proxmox Virtualisation Environment (PVE).

Proxmox vs. oVirt vs. OLVM bzgl. Oracle-Lizenzierung

- Hard Partitioning wird nur bei *KVM unter Oracle Linux* anerkannt
- ⇒ Der ganze Cluster muss lizenziert werden

	Hypervisor	Hard Partitioning
Proxmox	KVM	✗
oVirt (RHEV)	KVM	✗
OLVM	KVM	✓
OVM	Xen	✓

Hier soll der Vergleich nur aus Sicht der Lizenzierung von Oracle-Software erfolgen. Daher die Beschränkung auf Oracle-spezifische Alternativen.

Allgemeine Vergleiche zu verschiedenen Virtualisierungs-Lösungen finden sich auf der Proxmox-Website.

Use Case für Proxmox

- Seit v8.3: Vmware ESXi Guest Import
- Seit v8.4: OVA Import
 - Erleichtert Migration von VirtualBox, OVM, ...

Aber der Support?!

*“Aber die großen Hersteller bieten doch
wenigstens guten Support!”*

(ein archetypischer CIO)

Support for Proxmox

- By (German) Proxmox Server Solutions GmbH
- Access to stable Proxmox Enterprise Repositories
- Timely feature and security updates (via GUI and CLI)
- Technical support from the Proxmox developers
- Convenient support ticket system to track your requests
- Flexible levels of support, from € 115 to €1060/year & CPU socket
- Access to all updates, patches and security fixes

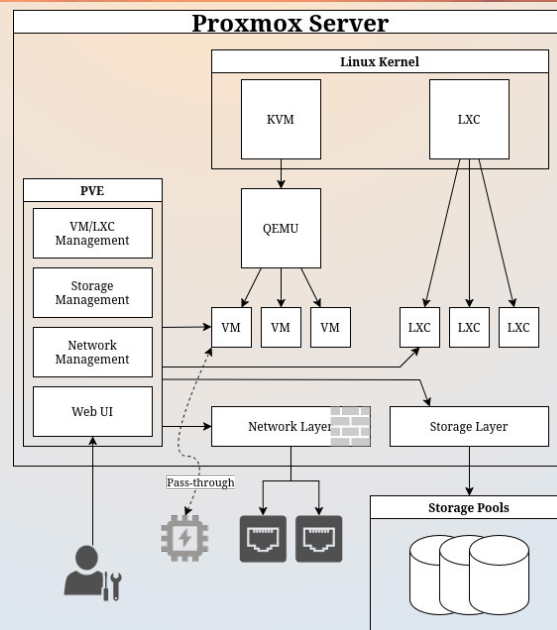


Proxmox Architecture

Eigenschaften von Proxmox

- Klassischer Virtualisierer auf KVM-Basis
- Verwaltet VMs und LXCs (Linux Container)
- Steuerbar über
 - Web-Frontend, das dem von Vmware ähnelt
 - CLI
 - API (z. B. für Ansible)
- Single Node und Cluster-Betrieb
- Sehr gute Alternative dort, wo keine Mandantenfähigkeit gebraucht wird.

Architektur



Wie verhält sich Proxmox zu OLVM?

- Ist ebenfalls ein vollwertiger Hypervisor auf KVM-Basis
- Verwaltet aber neben VMs (KVM, QEMU) auch **Container (LXC)**.
- ⇒ Ressourcen schonender Container-Betrieb möglich.

Exkurs: QEMU, libvirt, KVM

- **KVM:** In den Linux-Kernel integrierter Hypervisor
 - Ermöglicht Betrieb von VMs und LXCs
 - Benötigt weitere Software zur Verwaltung
- **QEMU:** Emulator und Virtualisierer
 - Emuliert verschiedene Prozessor-Architekturen (wenn nötig)
 - Funktioniert mit KVM, ist aber nicht darauf beschränkt.
- **libvirt:** API, Daemon und Toolset
 - Schnittstelle zur Verwaltung von VMs
 - Abstraktion zur Vereinfachung des Umgangs mit VMs und LXCs

KVM (Kernel-based Virtual Machine) ist ein Modul im Linux-Kernel, das die Virtualisierung von Hardware-Ressourcen ermöglicht. Es verwandelt den Linux-Kernel in einen Hypervisor, der die Ausführung von Gästen (z.B. virtuellen Maschinen) auf echter Hardware ermöglicht. KVM selbst ist jedoch nur ein Teil der Gleichung – ohne weitere Software kann man die virtuellen Maschinen nicht einfach verwalten oder konfigurieren.

QEMU (Quick Emulator) ist ein open-source Emulator und Virtualisierer, der oft in Verbindung mit KVM verwendet wird. Es hat die Aufgabe, die Hardware der virtuellen Maschinen zu emulieren und ermöglicht die Ausführung von nicht direkt unterstützten Architekturen. KVM nutzt QEMU, um virtuelle Maschinen zu starten und zu steuern. Kombiniert bieten KVM und QEMU eine voll funktionsfähige Lösung für die Virtualisierung in Linux.

libvirt ist eine API, ein Daemon und ein Toolset, das sich um die Verwaltungsfunktionen für verschiedene Virtualisierungs-Technologien kümmert und dabei KVM und QEMU einbezieht. Es vereinfacht die Interaktion mit diesen Technologien durch eine standardisierte Schnittstelle, die Entwicklern und Administratoren die Verwaltung von virtuellen Maschinen, Netzwerken und Speicher-Ressourcen erleichtert. Während KVM und QEMU auf niedrigem Level operieren, stellt libvirt eine höhere Abstraktionsebene bereit, die es ermöglicht, komplexe Operationen mit einfacheren Befehlen auszuführen.

Exkurs: *Linux* Container (LXC)

- Feature des Linux Kernels
- Teilen sich den Kernel mit dem Host
- *Keine* Hardware-Virtualisierung
 - Werden per Kernel Namespaces isoliert
 - Im root-Kontext oder User-Kontext
 - Ressourcenzuteilung per Cgroups
 - SELinux, AppArmor, Seccomp, Chroots

Exkurs: *Linux* Container (LXC)

- FOSS: GNU LGPLv2.1+
- Aktives Projekt
 - LXC 6.0 mit Support bis Juli 2029
 - In den meisten Linux Distros enthalten
 - Unterstützung durch Canonical und den Sovereign Tech Fund

Docker vs. LXC

Unvollständige Liste wesentlicher Unterschiede

	Docker	LXC
Zielgruppe	Entwickler, die Anwendungen schnell bereitstellen möchten	Systemadministratoren, die vollständiges OS benötigen
Einsatzzweck	Isoliert Anwendungen und ihre Abhängigkeiten.	Virtualisierung auf Betriebssystemebene; kann ganze Linux-Distributionen ausführen.
Zugriff auf Ressourcen	Weniger Flexibilität bei Systemebenen	Höher; LXC-Container teilen sich Kernel des Hostsystems
Isolation	Stärker isoliert; Prozess-Level (nur für Anwendungen)	Weniger isoliert; OS-Level (vollständige Linux-Umgebung)

Funktionale Unterschiede

1. Zielsetzung und Nutzung

Docker wird hauptsächlich für die Entwicklung und das Deployment von Microservices eingesetzt. Die Benutzer benötigen oft nur spezifische Anwendungsumgebungen, was Docker ideal für diese Aufgaben macht. LXC hingegen wird verwendet, um vollständige Linux-Umgebungen zu virtualisieren, was für Test- und Entwicklungszwecke nützlich ist, die ein vollständiges Betriebssystem benötigen.

2. Verwaltung und Benutzerinteraktion

Docker bringt eine Vielzahl an Tools und eine API mit sich, die Entwickler nutzen können, um Container einfach zu erstellen, zu verwalten und zu orchestrieren. LXC bedarf hingegen einer tieferen Kenntnis des Linux-Betriebssystems, da die Verwaltung teils command-line-basiert und mehr manuelle Konfiguration erfordert.

3. Isolationsmechanismus

Docker isoliert Anwendungen anhand ihrer Versionsnummern, Abhängigkeiten und Konfigurationsdateien. In LXC teilen sich Container viele Kerneldaten, was bedeutet, dass sie im Vergleich zu Docker weniger isoliert sind. Dies kann für Systemadministratoren von Vorteil sein, die auf eine vollständige Umgebung zugreifen möchten, aber potenziell auch Sicherheitsrisiken mit sich bringt.

4. Testen und Entwicklung

Für Entwicklungs- und Testumgebungen ist Docker vorteilhaft, weil es leichtgewichtig ist und schnelle Iterationen ermöglicht. LXC hingegen kann für Unternehmensanwendungen verwendet werden, wo die Testumgebung identisch der Produktionsumgebung sein soll.

Durch die Unterschiede in Zielgruppe, Anwendungsfällen und Verwaltungseigenschaften können sowohl Docker als auch LXC je nach Bedarf der Organisation und ihrer spezifischen Anforderungen verwendet werden.

Docker vs. LXC

“Ich finde Docker aber viel besser!”

(Niemand, jemals)

Docker ~~vs.~~ in LXC



Docker ~~vs.~~ in LXC

- Docker kann in LXC betrieoben werden
 - Nested Virtualisation ist *nicht zwingend* nötig, außer wenn VMs im Docker Container laufen sollen.
- **Security** Tip: Wird der LXC privilegiert betrieben, haben Docker Container ebenfalls hohe Privilegien auf dem Host.
 - Ist aber ggf. für USB Pass-through nötig.

Docker ~~vs.~~ in LXC

```
bash -c "$(curl -fsSL  
https://raw.githubusercontent.com/c  
ommunity-scripts/ProxmoxVE/main/  
ct/docker.sh)"
```

- Siehe <https://community-scripts.github.io/ProxmoxVE/scripts?id=docker>

Das o. a. Community Script wird in der PVE-Shell ausgeführt. Es erstellt einen LXC (unprivilegiert oder privilegiert), in dem dann Docker, docker-compose oder Podman eingerichtet werden.

Zur Wahl des OS stehen Debian oder Alpine Linux.



Demo: Mein Homelab

Auswahl der Hardware



- Ansprüche können variieren
 - Mehrere Cluster-Nodes?
 - HA/DR? $\Rightarrow$ separates NAS
 - Ein Rack für mehr Ordnung?
 - Switch und Patch-Panels?
 - Ein Kaninchenbau!

Auswahl der Hardware

- **Meine persönlichen Kriterien:** Lüfterlos, minimaler Stromverbrauch, x86 $\Rightarrow$ Intel N95 oder N100
- Spielwiese $\Rightarrow$ kein HA/DR, wenig Komplexität
- Guter Kompromiss: [LarkBox X](#) (2023). Nicht so viel RAM, hat einen Lüfter, aber Preis unschlagbar und kommt schlüsselfertig mit Win11.
- Hinweis: Win11 Lizenz+Installer können heruntergeladen werden, falls man es später wieder installieren möchte.

Die Hardware: Chuwi "LarkBox X"



- Intel N100
 - 4 Cores @ 3,4 GHz
 - i915 GPU
 - 6W Grundlast
- 12 GB RAM
- 512 GB SSD
- 127*127*49 mm³

Neupreis zuletzt ca. € 180,--.

Derzeit nicht mehr im Programm
bei Chuwi. Alternativen z. B.

UGreen oder Lenovo Thinkstation.

Installation

- Könnte einfacher nicht sein:
 - Download ISO
 - Auf USB-Stick brennen
 - Von USB booten
 - Durchklicken
- Für größere Vorhaben: [FAI](#)

FAI (“Fully Automated Installation”) ist ein Tool zum automatisierten Ausrollen von Linux. Es basiert auf ISO-Images, die für die spezifische Konfiguration gebaut werden.



Proxmox VE Installer

Management Network Configuration

Please verify the displayed network configuration. You will need a valid network configuration to access the management interface after installation.

Afterwards press the Next button to continue installation. The installer will then partition your hard disk and start copying packages.

- **IP address:** Set the IP address for the Proxmox Virtual Environment.
- **Netmask:** Set the netmask of your network.
- **Gateway:** IP address of your gateway or firewall.
- **DNS Server:** IP address of your DNS server.

Management Interface:	ens18 - 9a:fd:38:b8:ad:c6 (virtio_net) ▼
Hostname (FQDN):	pmx-01.domain.com
IP Address:	172.16.5.1
Netmask:	255.255.252.0
Gateway:	172.16.3.254
DNS Server:	172.16.3.254

Abort

Next



Proxmox VE Installer

Installation successful!

Proxmox VE is now installed and ready to use.

- **Next steps**

Reboot and point your web browser to the selected IP address on port 8006:

`https://192.168.1.140:8006`

Also visit www.proxmox.com for more information.

Automatic reboot scheduled in 2 seconds.

Abort

Reboot

Post Install

Für den Betrieb ohne Support-Abo:

- Enterprise Repository deaktivieren
- No-Subscription Repo aktivieren
- PVE-Quellen korrigieren / hinzufügen
- "Test" Repo hinzufügen

Categories

408 Total scripts

Selected Script

✕

📁 Proxmox & Virtualization	36	▼
📁 Operating Systems	23	▼
📁 Containers & Docker	6	▼
📁 Network & Firewall	32	▼
📁 Adblock & DNS	6	▼
📁 Authentication & Security	12	▼
📁 Backup & Recovery	6	▼
📁 Databases	15	▼
📊 Monitoring & Analytics	27	▼
📄 Dashboards & Frontends	13	▼
📁 Files & Downloads	24	▼
📄 Documents & Notes	36	▼
📺 Media & Streaming	37	▼
📁 *Arr Suite	24	▼
📺 NVR & Cameras	5	▼
🏠 IoT & Smart Home	15	▼
📶 ZigBee, Z-Wave & Matter	4	▼
📄 MQTT & Messaging	5	▼
🕒 Automation & Scheduling	9	▼
🔗 AI / Coding & Dev-Tools	21	▼
🌐 Webservers & Proxies	9	▼
📻 Bots & ChatOps	1	▼
💰 Finance & Budgeting	5	▼



PVE Post Install

Added 2024-04-28 • Proxmox Node

[🔗 Links](#)

Description

This script provides options for managing Proxmox VE repositories, including **disabling the Enterprise Repo**, **adding or correcting PVE sources**, **enabling the No-Subscription Repo**, **adding the test Repo**, **disabling the subscription nag**, **updating Proxmox VE**, and **rebooting the system**.

[📄](#) Execute within the Proxmox shell[📄](#) It is recommended to answer "yes" (y) to all options presented during the process.

How to use

[GitHub](#) [Gitea](#)

To use the PVE Post Install script, run the command below ****only**** in the Proxmox VE Shell. This script is intended for managing or enhancing the host system directly.

```
bash -c "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/community-scripts/ProxmoxVE/main/tools/pve/post-pve-install.sh)"
```



Post Install

```
bash -c "$(curl -fsSL  
https://raw.githubusercontent.com/com  
munity-scripts/ProxmoxVE/main/tools/  
pve/post-pve-install.sh)"
```

- Siehe <https://community-scripts.github.io/ProxmoxVE/scripts?id=post-pve-install>

Fernzugriff: Tailscale

- Tailscale
 - Ist ein Mesh VPN
 - Vernetzt mehrere Clients gleichzeitig
 - Funktioniert über Firewalls und Subnets hinweg
 - Empfehlung: für jede Applikation separat installieren
 - Oder in einem eigenen LXC, z. B. für Drucker
 - Zugriff auf das Subnet ggf. Per Firewall einschränken!

Fernzugriff: Tailscale

- Einrichtung
 - Per Bash Script von Tailscale
 - Per Community Helper Script
 - Aus den Paketquellen des OS
 - Meist nicht so aktuell, wie direkt von Tailscale



Automatisierung

Terraform / OpenTofu

- Provider für Proxmox: bpg/proxmox
 - <https://registry.terraform.io/providers/bpg/proxmox/>
- Authentifizierung
 - API Key
 - User/Passwort
- Primär zum Erstellen von VMs+LXCs; kann aber auch Kommandos auf dem Node per SSH ausführen

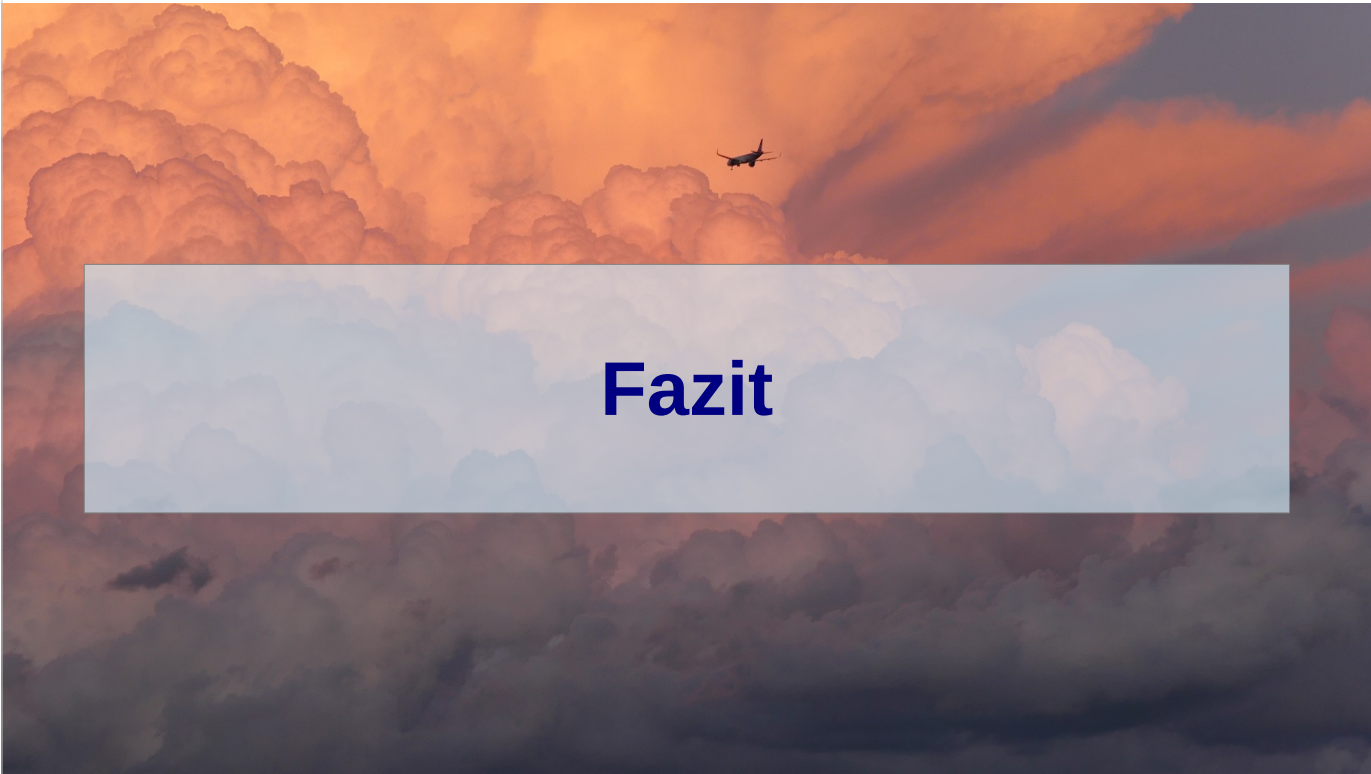
Neben “bpg/proxmox” gibt es auch noch den Provider “Telmate/proxmox”, der sehr populär ist.

Hier stelle ich “bpg/proxmox” vor, da es mit der SSH-Funktion über eine interessante Besonderheit verfügt.

Ansible

- Galaxy Collection “community.proxmox”
 - Nachfolger von “community.general.proxmox”
 - Ist separat zu installieren
 - Optional: proxmoxer Python-Paket für einige Module

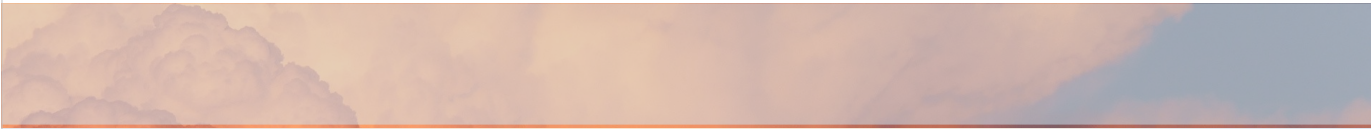
```
ansible-galaxy collection install  
community.proxmox  
pip install proxmoxer
```



Fazit

Fazit

- Mit Proxmox PVE steht eine ausgereifte FOSS – Virtualisierungslösung zur Verfügung
- Support für den professionellen Betrieb
- Eine günstige Alternative zu VMware & Co.
- LXC bieten eine effiziente Nutzung der Hardware



Fragen?

Dankeschööön!



Uwe Kuchler

 uwe.kuechler@valentia.eu
 [@oraculix@ieji.de](https://www.ietf.org/mailman/listinfo/oraculix)



Christian Ballweg

 christian.ballweg@opitz-consulting.com
 [@cbadba@ieji.de](https://www.ietf.org/mailman/listinfo/cbadba)

References

- <https://www.proxmox.com/>
- "Google Cloud cautions VMware users about impending Broadcom license deadlines", sdx Central, 2025-10-13: <https://www.sdxcentral.com/news/google-cloud-cautions-vmware-users-about-impending-broadcom-license-deadlines/>
- "Looking Back on Broadcom's VMware Acquisition: Price Hikes, Open Source Gains", IT Pro, 2025-02-10, <https://www.itprotoday.com/vmware/looking-back-on-broadcom-s-vmware-acquisition-price-hikes-open-source-gains>
- How I Built My Self-Hosted Cloud with Proxmox, Terraform & Docker - DEV Community – <https://dev.to/tejas2292/how-i-built-my-self-hosted-cloud-with-proxmox-terraform-docker-24hc>
- LXC:
 - <https://linuxcontainers.org/lxc/introduction/>
 - Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/LXC>
- Unattended installation of Proxmox: https://pve.proxmox.com/wiki/Unattended_installation_of_Proxmox
- FAI – Fully Automatic Installation: <http://fai-project.org/>

References

- Proxmox Community Scripts: <https://community-scripts.github.io/ProxmoxVE/>
- Ansible community.proxmox.proxmox module: https://docs.ansible.com/projects/ansible/latest/collections/community/proxmox/proxmox_module.html#ansible-collections-community-proxmox-proxmox-module
- Terraform:
 - Provider für Proxmox: bpg/proxmox: <https://registry.terraform.io/providers/bpg/proxmox/>
 - Provider für Proxmox: Telmate/proxmox: <https://registry.terraform.io/providers/Telmate/proxmox/>
 - Spacelift: "How to use Terraform and Proxmox to Deploy a VM" – <https://spacelift.io/blog/terraform-proxmox-provider>
 - Xda: "I use Terraform to automatically provision VMs on Proxmox - here's how" – <https://www.xda-developers.com/use-terraform-with-proxmox/>