Training
Proxmox Virtual Environment



© inett GmbH / Proxmox Server Solutions GmbH
Stand 06.08.2026

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Vervielfältigung und Veröffentlichung nicht gestattet.

inett GmbH -- Altenkesseler Str. 17 / B8 -- 66115 Saarbrücken
+49 681 410 993-0 -- info@inett.de -- www.inett.de

Willkommen

Proxmox VE
Deployment & Management
Training

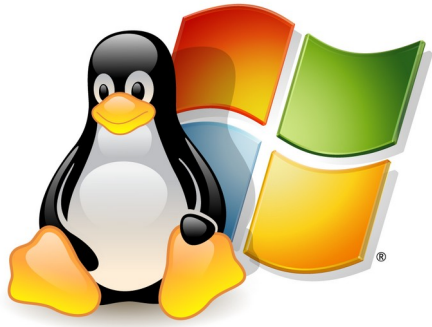
Über den Trainer



- Guillaume Delanoy
- Linux seit ~1999 (Kernel 2.0 ...)
- Proxmox VE seit ~2015
- Linux Trainer seit 2017
- Linux & Open Source orientiert
- Linux Consultant
- https://www.linkedin.com/in/guillaume-delanoy-2757ab98/



Vorstellung inett GmbH



- Gründung 2007 in Saarbrücken
- Erweiterung 2023 in Schengen/Luxemburg
- 25+ Mitarbeitende
- 2009 mit Proxmox gestartet
- 24/7 Support für Proxmox, Ceph, OPNsense, Linux, Open Source
- Proxmox, Ceph, OPNsense, Checkmk, Ansible, ...
- Consulting, Training, Managed Services, Projekte
  in DE, AT, CH, LU, NL, SW, PL, UK, BE, ...

Vorstellung Training Partner



© OpenStreetMap Contributors - https://www.openstreetmap.org/node/5989105999

Trainingsüberblick



Training Zeitplan



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Agenda - Deployment & Management

Ziele Dieses Trainings

TrainingsÜberblick

Einstieg in die Trainingsumgebung

Das Unternehmen Proxmox

Vorteile der Virtualisierung von Servern

Proxmox Virtual Environment

Proxmox VE Architektur

Installation von Proxmox VE

Proxmox VE Web-Based GUI

Proxmox VE CLI

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Agenda - Deployment & Management

Updating Proxmox VE

Proxmox VE Netzwerk

Proxmox VE Storage

Proxmox VE Gäste

Proxmox VE Sicherung der Gäste

Optionale Themen zum Deployment und Management

Ziele dieses Trainings

- Konzepte und Features von Proxmox VE verstehen
- Wissen im Bereich der Virtualisierung vertiefen
- Fragen & Antworten aus der Praxis
- Ein nettes Proxmox Zertifikat erhalten
- "Training Plus“ Promotion (20%)

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Vorstellungsrunde

[Alle Angaben natürlich freiwillig]

- Informationen zum Teilnehmer
- Informationen zum Unternehmen
- Wird Proxmox VE bereits eingesetzt oder ist ein Einsatz in Planung?
- Ist bereits Erfahrung mit Proxmox VE vorhanden?
- Themenwünsche - gibt es spezielle Themen, die im Training behandelt werden sollten?
- Ziel des Trainings (Wissen aneignen, Wissen vertiefen, konkrete Aufgabenstellungen)?
- Weitere Anmerkungen?

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Einstieg in die Trainingsumgebung



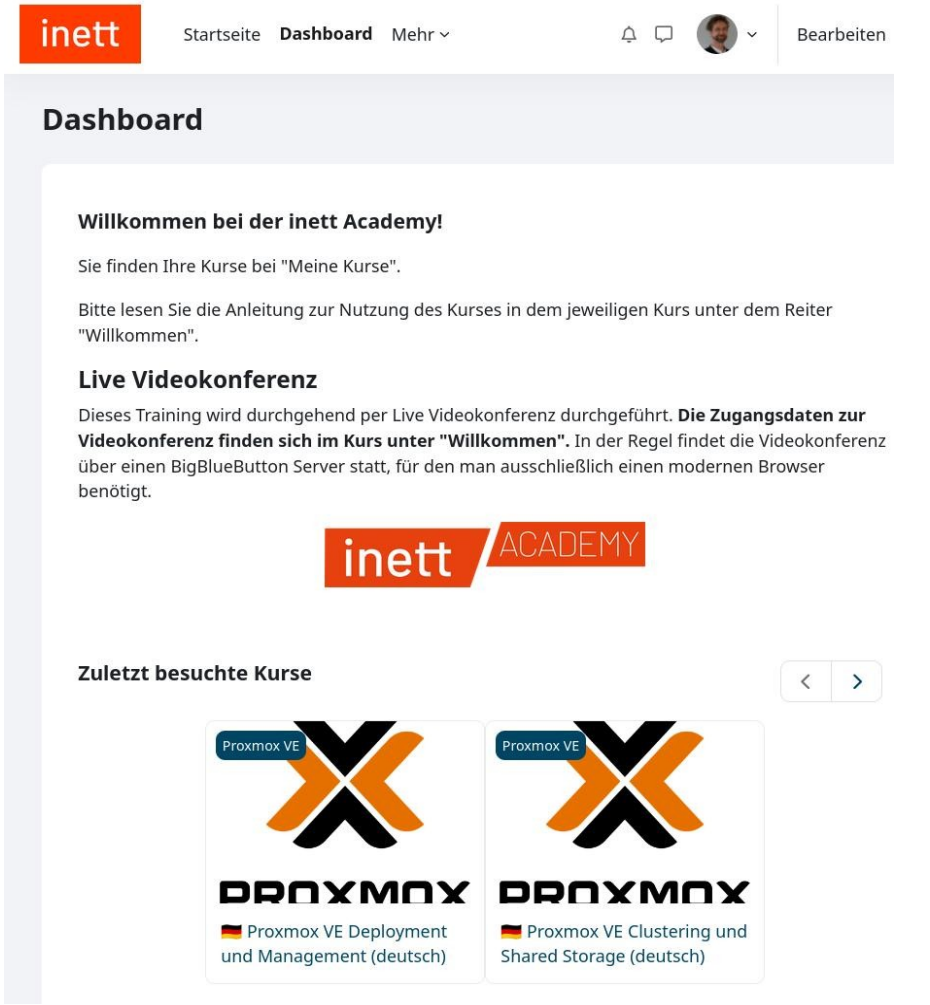
Kursumgebung

- Unter der Website

  https://training.inett.de/lms/

  befindet sich die inett Kursumgebung mit allen Lerninhalten

- Die Inhalte besprechen wir im Kurs nacheinander



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Live Videokonferenz bei Online Trainings

- Begleitende Live Videokonferenz über BigBlueButton oder Teams
- Zugangsdaten sind in der Kursumgebung verlinkt
- Jedem Teilnehmer steht eine komplette Trainingsumgebung zur Verfügung. Diese Umgebung besteht aus:
  - 1 Linux Desktop
  - 3 bis 4 Proxmox Virtual Environment Server (PVE)
  - 1 Proxmox Backup Server

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Bedienung der Trainingsumgebung



Zugang für die Dauer des Trainings mit den folgenden Logindaten möglich:

- *Guacamole Login:*

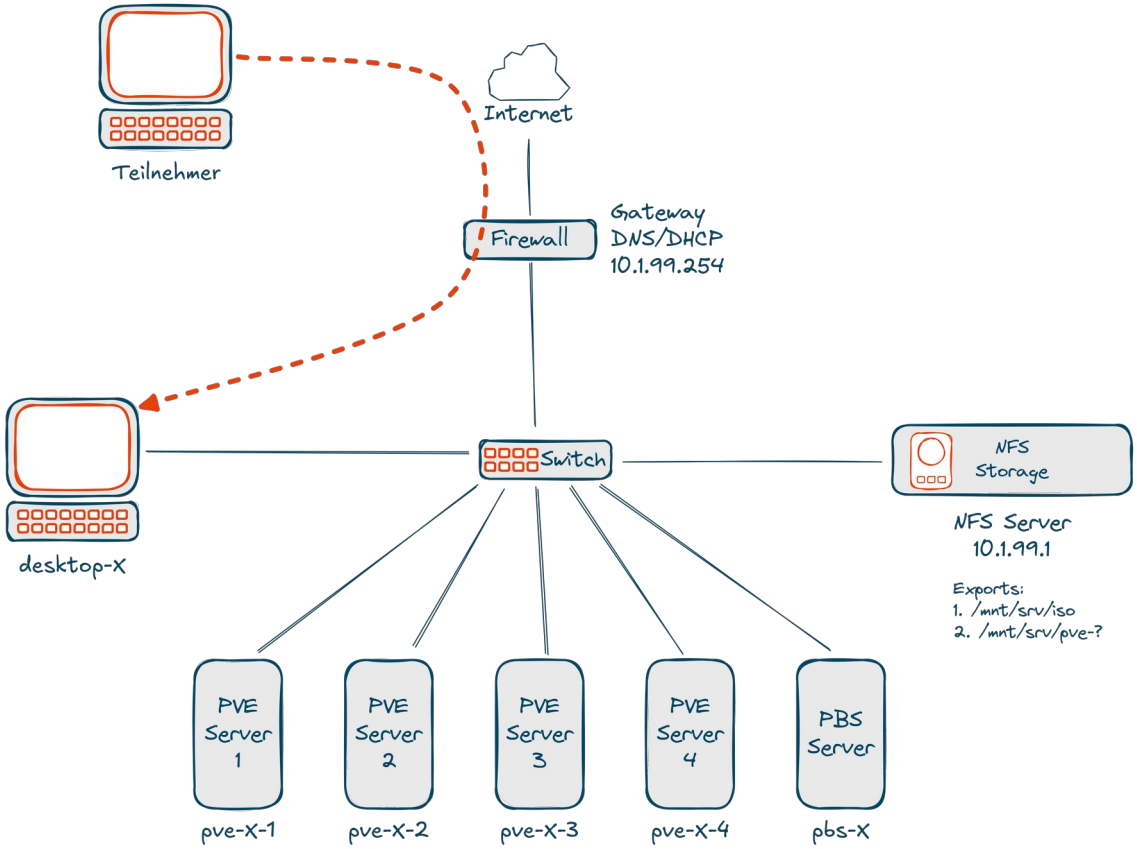
Guacamole Username	**pve-X**
Guacamole Password	**inett**

- *Linux Desktop Login:*

Linux Desktop Username	**inett**
Linux Desktop Password	**inett**

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Bedienung der Trainingsumgebung



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Das Unternehmen Proxmox



Proxmox Server Solutions GmbH

- Gegründet 2005 in Wien, Österreich (Europäisches Unternehmen)
- Produkte:

- **Proxmox Virtual Environment**
  Hypervisor (KVM / Qemu and LXC Guests)
- **Proxmox Backup Server**
  Backup for hosts and guests
- **Proxmox Offline Mirror**
  Offline repository for air-gapped hosts
- **Proxmox Datacenter Manager**
  Manage multiple clusters from a single dashboard
- **Proxmox Mail Gateway**
  Email security



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox Server Solutions GmbH

- Aktive Community
- Enterprise Support & Training
- Weltweites Partnernetzwerk
- Proxmox entwickelt Open Source Software zur Vereinfachung des Server Managements
- In privater Hand, unabhängig von Venture Capital Investoren



Enterprise support & training



Global partner ecosystem



Vibrant Community



Proxmox Mail Gateway [2005]

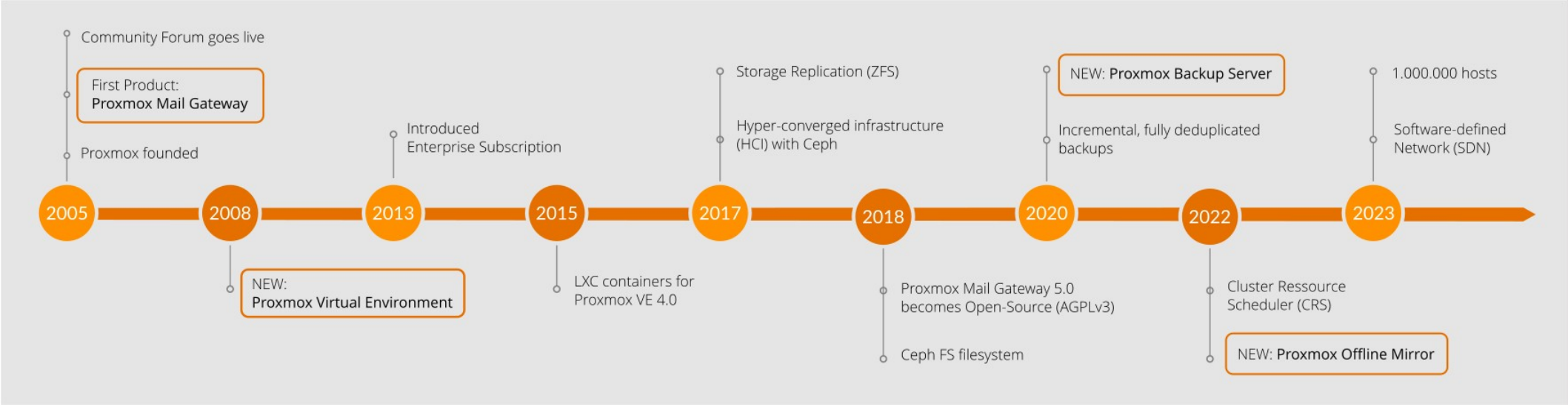


Proxmox Virtual Environment [2008]



Proxmox Backup Server [2020]

Proxmox Server Solutions GmbH
Meilensteine



Das Proxmox Geschäftsmodell

inett

- Proxmox VE ist freie, Open-Source Software
- Lizensiert unter AGPLv3
- 100% Open Source und *freier* Software
- Im Gegensatz zu „commercial open-source“ oder „open core“ ist der Quellcode zu 100% verfügbar und alle Features sind enthalten
- Finanzierung erfolgt über Subscriptions und Trainings und helfen, das Produkt weiter zu entwickeln

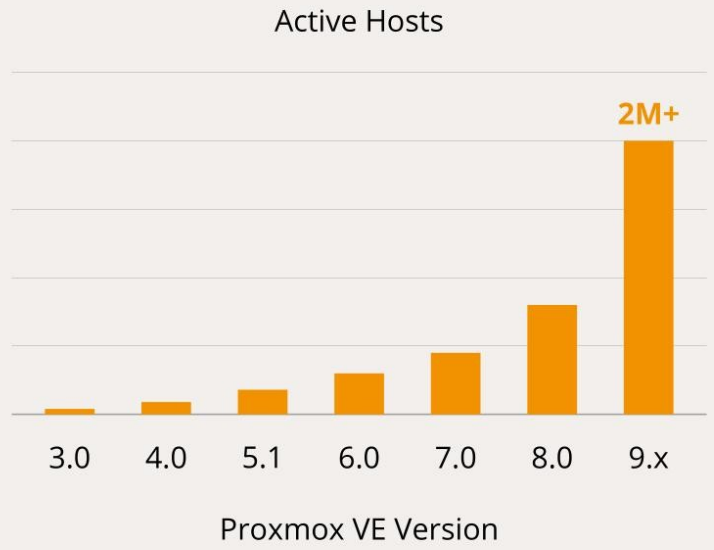
Proxmox VE Facts

Omnipresent
7 continents & in space

Enterprises of all sizes and industries

2,600 Partners
Local expertise and support

Over
2 Million



Das Proxmox Entwicklungsmodell

- Open Source *und* frei
- „It’s free as in free speech, not as in free beer“
- Entwicklung ist für jeden öffentlich einsehbar
- Jeder kann sich beteiligen in Form von Entwickeln, testen, dokumentieren, Benutzerhilfe, Ideen…



Das Proxmox Entwicklungsmodell

inett

- Öffentliche Codebase: git.proxmox.com
- Dokumentation: pve.proxmox.com/pve-docs/
- Mailingliste für *User*: pve.proxmox.com/pipermail/pve-user/
- Mailingliste für *Entwickler* : pve.proxmox.com/pipermail/pve-devel/
- Bug Tracker: bugzilla.proxmox.com
- Community Foren: forum.proxmox.com
- Homepage: www.proxmox.com

Das Proxmox Entwicklungsmodell

inett

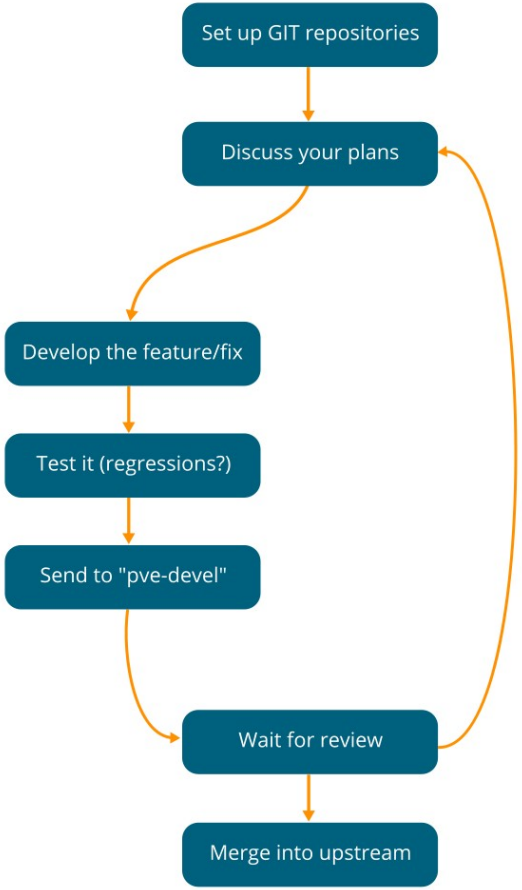
Vorteile:

- Qualität
  - Code steht früh zur Verfügung, für jeden einsehbar
  - Bugs können früher entdeckt und auch von dritten behoben werden
  - Anmerkungen und Ideen fließen von außen in das Projekt
  - Erhöht die Qualität des Produkts erheblich
- Anpassungsmöglichkeit
  - Benutzer können den Code jederzeit für eigene Zwecke anpassen
  - Verbesserungen können zurückgegeben werden und kommen auch anderen Benutzern zu Gute
- Sicherheit
  - Code kann früher und durch mehr Personen analysiert, diskutiert und verbessert werden und führt in der Regel zu höherer Sicherheit
- Kurze Wege
  - Feedback erreicht die Entwickler direkt



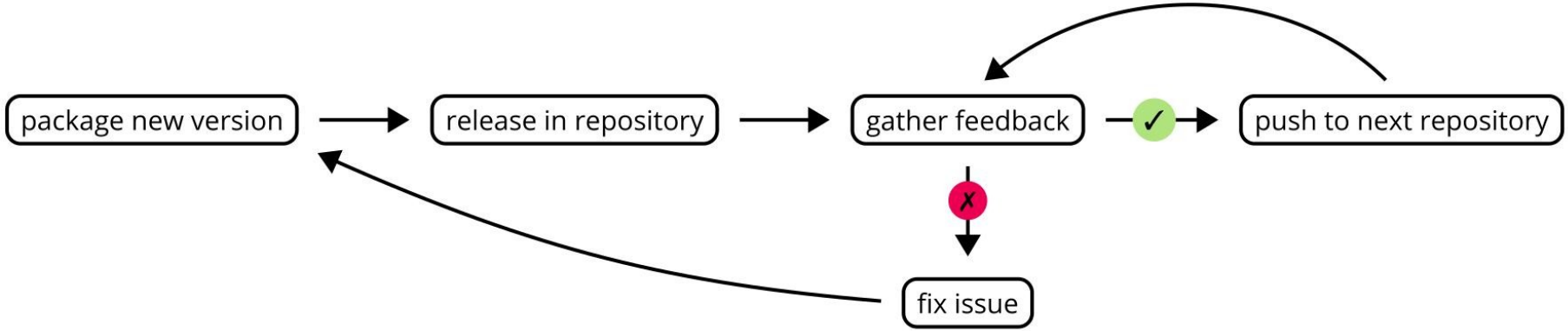
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Patch Prozess Proxmox VE

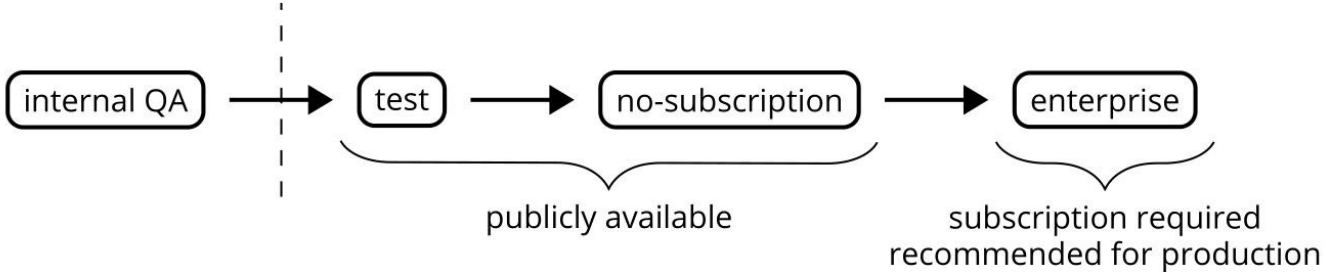


© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Release Workflow Proxmox VE



Package repositories:



Links

- https://www.proxmox.com/en/about
- https://www.proxmox.com/en/news/press-releases/10-years-of-proxmox
- https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.html#_project_history
- https://www.proxmox.com/en/news/press-releases
- https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.html#getting_help
- https://pve.proxmox.com/cgi-bin/mailman/listinfo/pve-devel
- https://pve.proxmox.com/cgi-bin/mailman/listinfo/pve-user
- https://forum.proxmox.com
- “What is free software?” - https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html
- https://pve.proxmox.com/wiki/Developer_Documentation
- „Innovation Happens Elsewhere. Open Source as Business Strategy.“ 2005 by Ron Goldman & Richard P. Gabriel https://www.dreamsongs.com/IHE/IHE.html

Vorteile der Virtualisierung von Servern



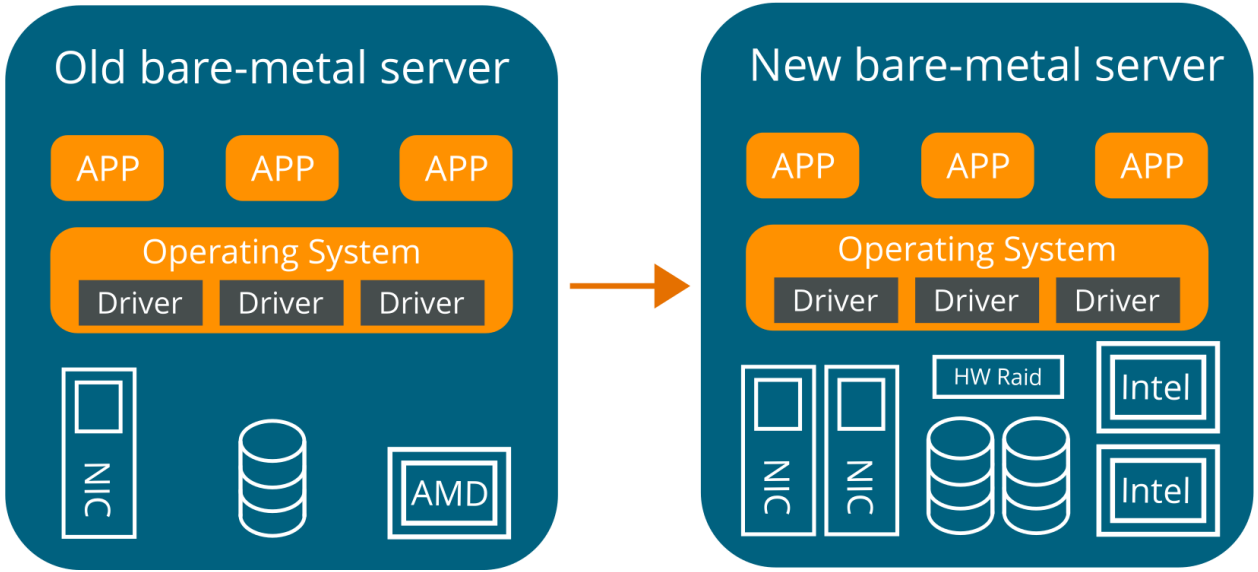
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Vorteile der Virtualisierung

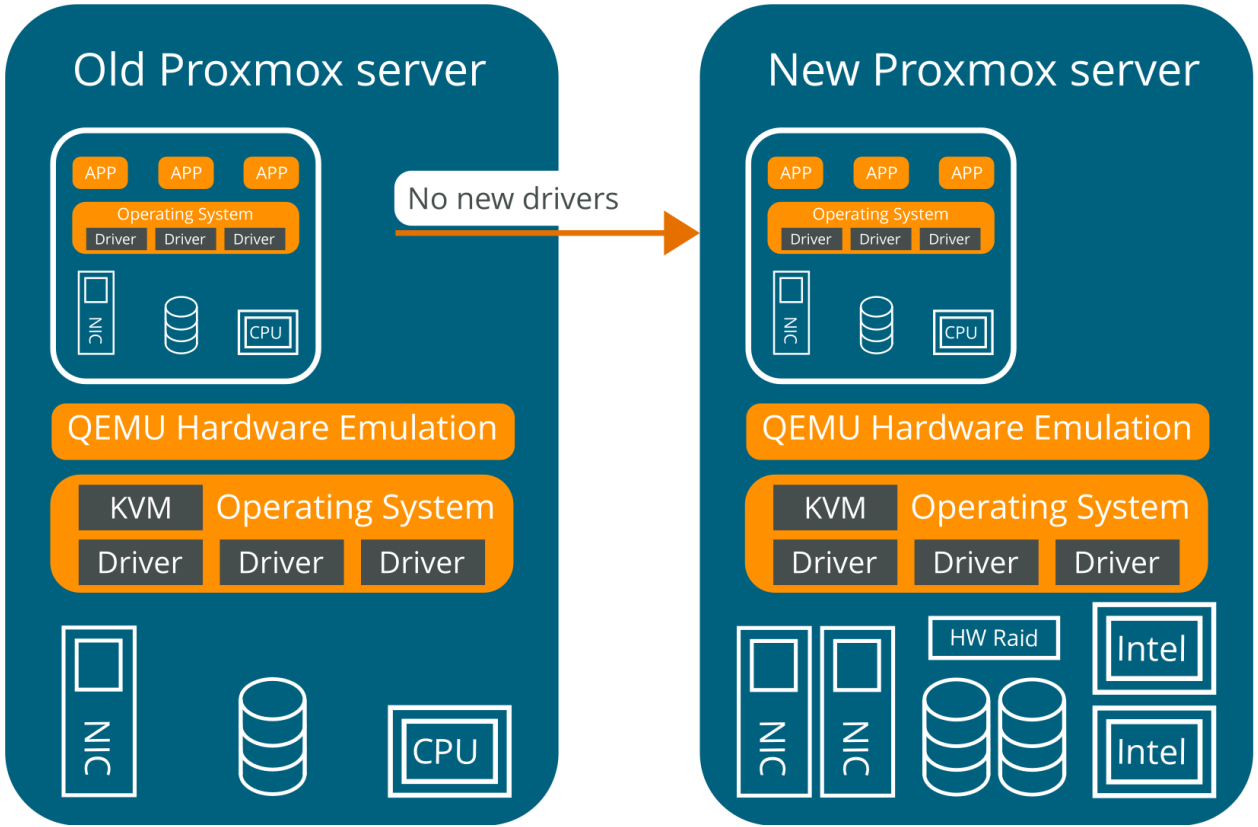
- Effiziente, ausfallsichere Nutzung von IT-Ressourcen
- Hardware wird besser ausgelastet
- Ausfall einer Hardware kann kompensiert werden
- Neue Anforderungen können schneller erfüllt werden
- Einfache Migration bei EOL / Serveraustausch

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Ohne Virtualisierung



Mit Virtualisierung



Proxmox Virtual Environment (PVE)



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Geschichte

- **15. April 2008**: 1. Public Release Proxmox VE V0.9 mit KVM und Container Virtualisierung auf einer Plattform (Debian 5)
  - Einheitliche Web GUI für KVM und Container in 20 Sprachen
  - ISO Installer
  - KVM + (OpenVZ) Container

- **Oktober 2008**: V1.0
  - Live Migration

- **April 2012**: Proxmox VE 2.0 (Debian 6)
  - Neue Web GUI (ExtJS)
  - Proxmox Cluster Filesystem (pmxcfs)
  - RESTful API
  - Integriertes Backup
  - HA Manager

Proxmox VE Geschichte

- **Mai 2013**: Proxmox VE 3.0 (Debian 7)
  - Ceph als Client
  - Ceph als integrierter Server (Hyperkonvergenz, ab 3.2)
  - SPICE Protokoll, noVNC Terminal (ab 3.3)
  - Proxmox Firewall (ab 3.3)
  - ZFS (ab 3.4 – Proxmox ist die *erste* Linux Distribution mit ZFS)

- **September 2015**: Proxmox VE 4.0 (Debian 8)
  - LXC ersetzt OpenVZ
  - Systemd ersetzt SysVinit
  - Ubuntu Kernel ersetzt Red Hat Kernel
  - Proxmox Cluster Stack ersetzt Red Hat Cluster Stack
  - Voller IPv6 Support

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Geschichte

inett

- **Juli 2017:** Proxmox 5.0 (Debian 9)
  - Storage Replication
  - Ceph Luminous als Default Distributed Storage
  - Ceph von Proxmox paketiert (ab 5.1)
  - CephFS und PCI Passthrough (ab 5.3)
  - QDevice und Hook Scripts für Gast Start/Stop (ab 5.4)
  - Live Migration mit Local Storage
  - OVF Import



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Geschichte

inett

- **Juli 2019**: Proxmox 6.0 (Debian 10)
  - Corosync 3.0 (Multicast → Unicast)
  - Ceph Nautilus
  - Linux Kernel 5.x
  - ZFS Verschlüsselung
  - Ceph Verschlüsselung
  - Pool Level Backup



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Geschichte

- **Juli 2021**: Proxmox VE 7.0
  - Debian 11 Bullseye + Kernel 5.11
  - Ceph Pacific 16.2, Octopus 15.2 supported
  - LXC 4.0, QEMU 6.0, ZFS 2.0.4
  - Btrfs Support
  - Repositories in GUI konfigurierbar
  - SSO mit OpenID Connect
  - Ifupdown2 per default
  - Chrony statt systemd-timesyncd

- **Ergänzungen** bei Proxmox VE 7.4
  - Linux Kernel 5.15, optional 6.2+
  - Ceph Quincy 17.2
  - QEMU 7.2
  - ZFS 2.1.11
  - Cluster Ressource Scheduling (CRS) – (teilweise Tech Preview)
  - Support für Proxmox Offline Mirror (POM)

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Geschichte

- **Juni 2023**: Proxmox VE 8.0
  - Debian 12 Bookworm
  - Linux Kernel 6.2
  - Ceph Quincy 17.2.6 (+ Enterprise Repository)
  - QEMU 8.0.2
  - LXC 5.0.2
  - ZFS 2.1.12
  - AD/LDAP Realm Sync Jobs
  - Neue Default-CPU für VMs: x86-64-v2-AES (SSSE3, 4, 4.1, AES)
  - Neuer zusätzlicher Text-Mode Installer (Cursive/Rust)
  - Komplettes Changelog unter
    https://pve.proxmox.com/wiki/Roadmap#Proxmox_VE_8.0

Proxmox VE Geschichte

- **August 2025**: Proxmox VE 9.0
  - Basiert auf Debian Trixie (13)
  - Latest 6.14.8-2 Kernel als neuer stabiler StandardQEMU 10.0.2
  - LXC 6.0.4
  - ZFS 2.3.3
  - Ceph Squid 19.2.3
  - VM Snapshots auf iSCSI, FC und anderen Storages
  - „HA Rules“ ersetzen HA Gruppen
  - „Fabrics“ für den PVE SDN Stack
  - Changelog:
    https://pve.proxmox.com/wiki/Roadmap#Proxmox_VE_9.0

Proxmox VE Geschichte

inett

- Links:
  - https://pve.proxmox.com/wiki/Roadmap
  - https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.html#_project_history
  - Schnelle Übersicht der Features : https://www.proxmox.com/en/proxmox-ve/features
  - Datasheet Proxmox VE: https://www.proxmox.com/en/downloads/category/documentation-pve

Proxmox VE Architektur



Basis

- Debian Linux
- Proxmox *Custom* Kernel, basiert auf den Ubuntu Kernel
- Proxmox Kernel Patches & Maintainance
- Integriert KVM *und* LXC
- Verwaltet durch die Proxmox VE API
- Bis Version 3.4: RHEL Cluster Stack
- Seit 4.0: Proxmox-eigener Cluster Stack

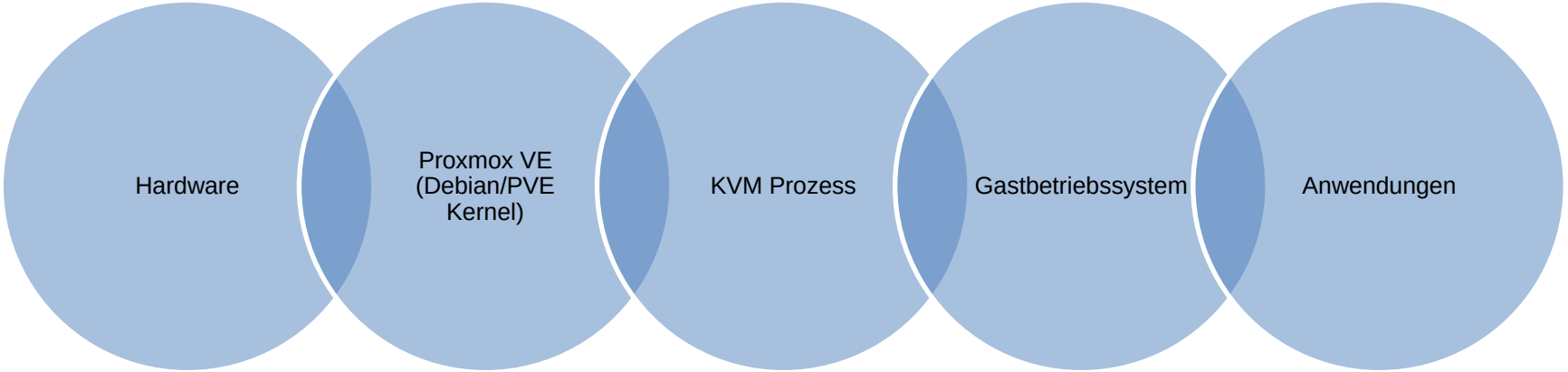
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de



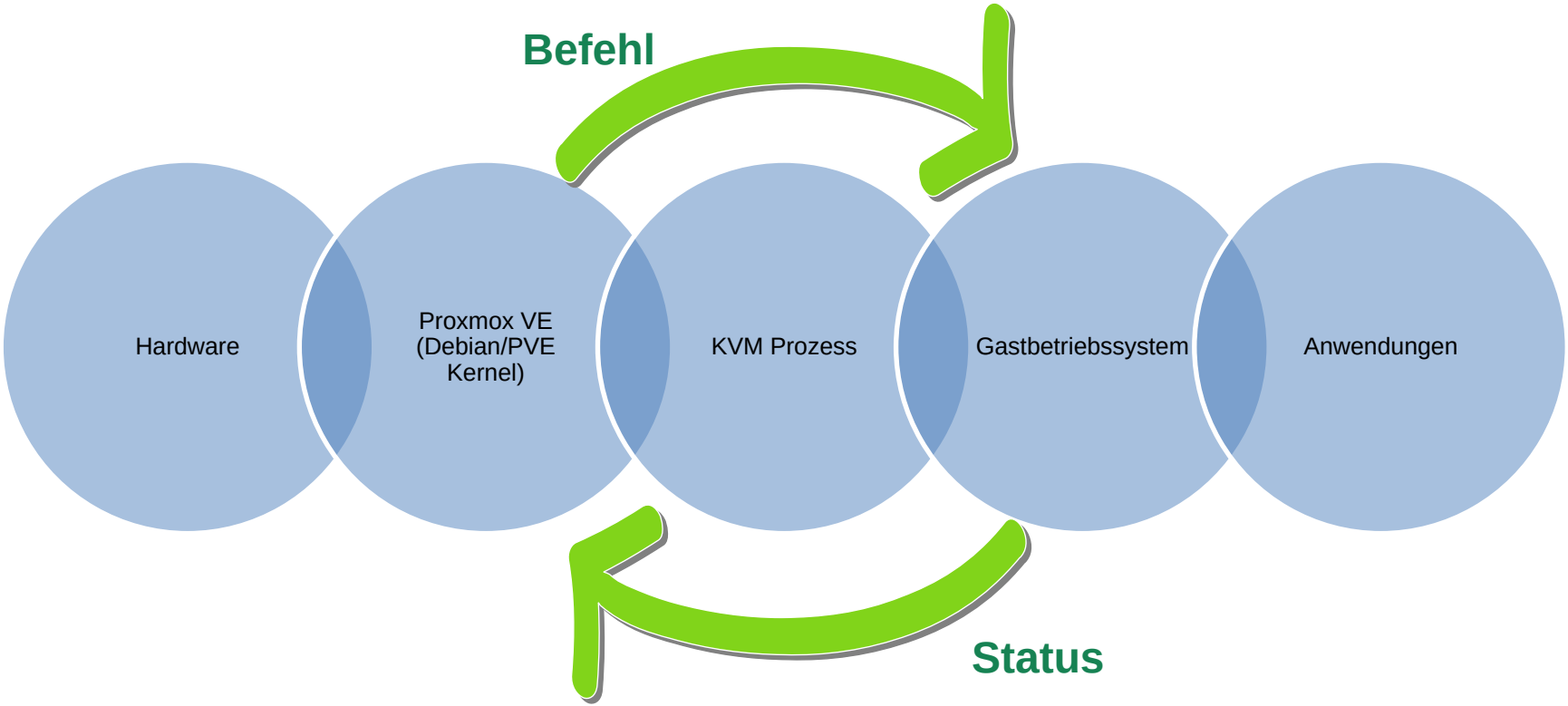
- KVM = Kernel-based Virtual Machine
- Linux Kernel Modul
- Vollvirtualisierung unter Linux *auf x86 Hardware*
- Benötigt Intel VT oder AMD-V CPUs
- Windows und Linux Gast-VMs (und weitere)
- Führende Technologie unter Linux
- Seit Kernel 2.6.20 im Linux Kernel

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de


KVM


Hardware
Proxmox VE (Debian/PVE Kernel)
KVM Prozess
Gastbetriebssystem
Anwendungen

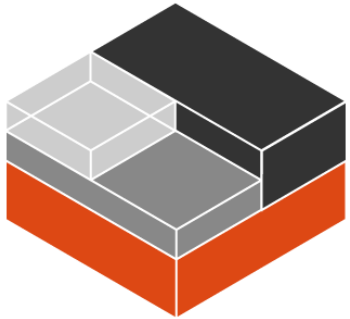
KVM: Qemu Guest Agent



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

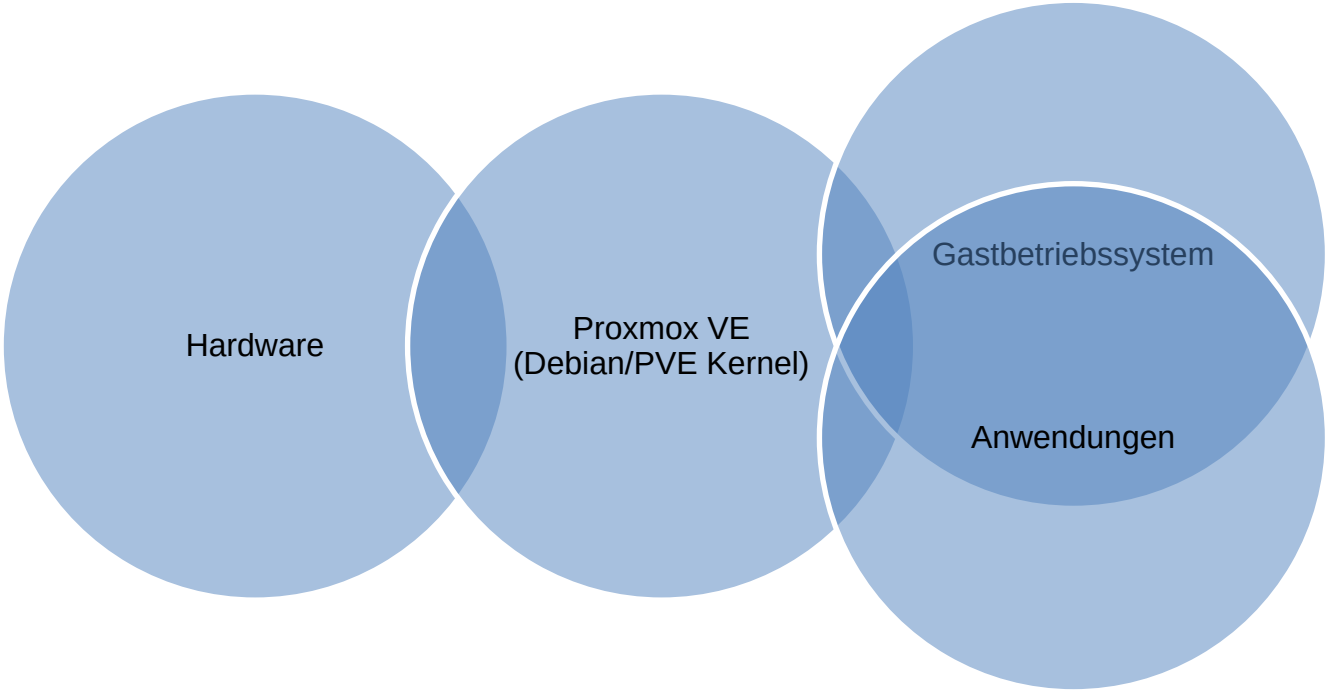
Linux Container (LXC)

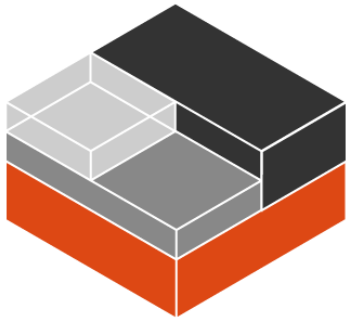
- „OS Level“ / Containerbasierte Virtualisierung für Linux
- Prozesse gekapselt mit cgroupsv2 / AppArmor
- Host Kernel wird verwendet
- Verhält sich wie eine eigene Maschine
- Reboot unabhängig vom Host
- Eigene root Umgebung
- Rechte, Benutzer, IP Adressen, RAM, Prozesse, Dateien, Anwendungen, Libraries, Konfiguration
- Mehrere (virtuelle) Festplatten
- *Nur* Linux „Gäste“



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Linux Container (LXC)





Proxmox VE Cluster File System (pmxcfs)

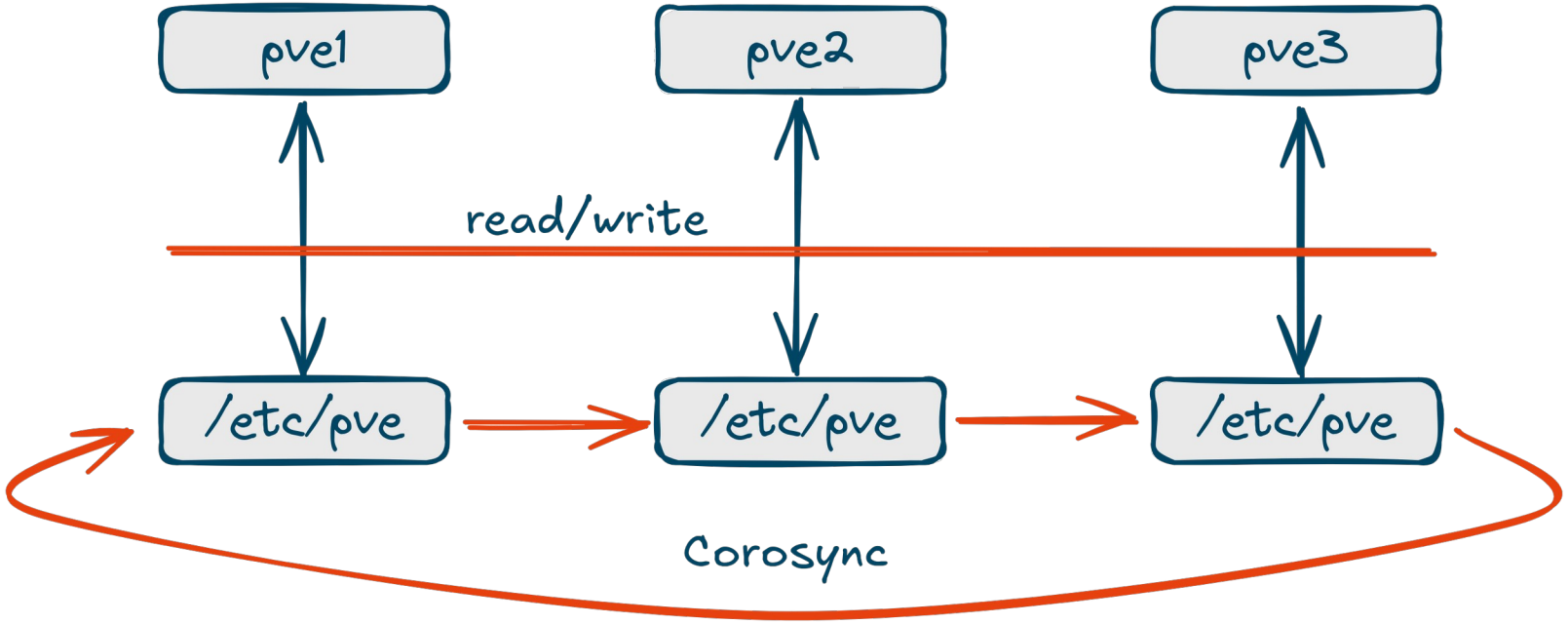
inett

- Filesystem für Konfigurationsdateien-Backend
- Sqlite Datenbank Backend
- Repliziert in Echtzeit
- Corosync Transport für Replikation
- Alle Nodes eines Clusters
- Alle PVE Konfigurationsdaten
- “Arbeitskopie” permanent im RAM
- Maximale Größe 128 MB (war 30 MB bis PVE 6)
- Genügt für tausende VMs



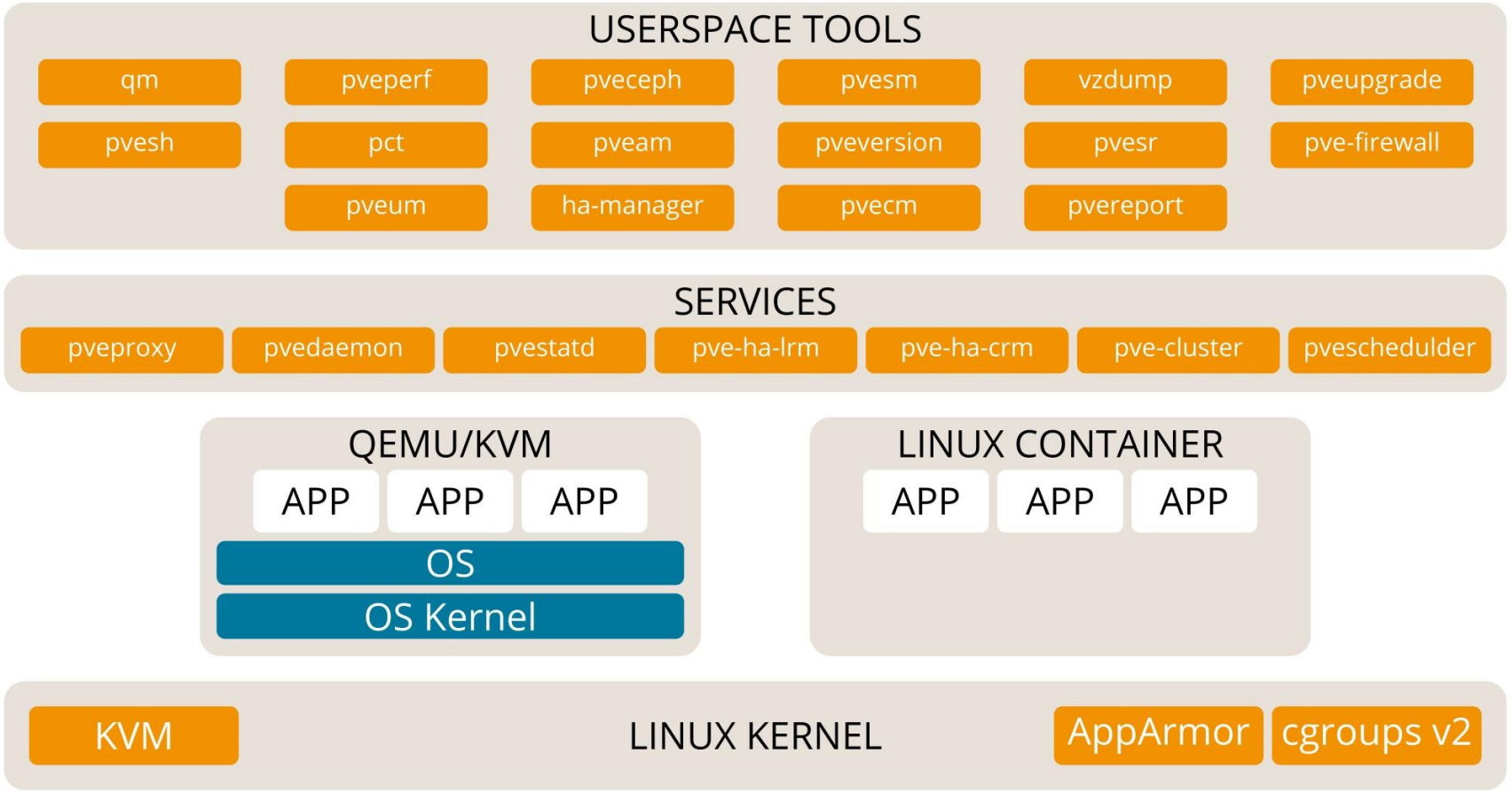
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox Cluster Filesystem Sync



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox Management Tools



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Linux Standard Dienste

- pvescheduler (cron bis PVE 7.0)
  - zeitlich geplante Aufgaben → Backup, Updates
- systemd/journalctl syslog
  - Log handling mit journalctl
- Postfix MTA
  - Mail Server (MTA, smtp) → Backup, Update Benachrichtigungen
- NTP → Chrony seit PVE 7.0 (systemd-timesyncd bis 6.4)
  - Synchronisiert Systemzeit (ntp) → Zeitsync

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Chrony (NTP)

- Auf isolierten Umgebungen **unbedingt** prüfen
- Check mit:
  - `# chronyc tracking`
  - `# chronyc sources`
- Alternative 1: Chrony auf internen NTP konfigurieren
- Alternative 2: Chrony auf einer Node als Server betreiben, andere Nodes als Clients anbinden
- Konfiguration in /etc/chrony/chrony.conf
- https://www.redhat.com/sysadmin/chrony-time-services-linux



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

inett

Voraussetzungen



Empfohlene Hardware

- x86 CPU mit Intel VT/AMD-V
- Proxmox VE benötigt *mindestens* 2 GB RAM
  + VMs + Storage (ZFS/Ceph)
- Lokale Disks:
  - LVM ↔️ Hardware RAID Cache mit BBU und Schreibcache
  - ZFS ↔️ HBA statt RAID Cntrl, RAM Cache, SSD Cache
  - NVMe > SSD > schnelle Festplatten
- Enterprise NVMe/SSD, keine Consumer NVMe/SSDs (DWPD, Performance, PLP)
- SSD/NVMe (schnell → langsam): SLC > MLC > TLC > QLC
- Enterprise Hardware (ECC, Redundanz, Netzteile, 24/7)
- RAID1/10 bevorzugen, RAID5/6 vermeiden für Hypervisor Workloads
- 2x GBit NIC pro Zone (Uplink, Cluster, Storage, ...) für Redundanz
- 10 Gbit/s, 25 Gbit/s, 40/54 Gbit/s und 100 Gbit/s NICs Support

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Storage

- Lokale Festplatten mit LVM, ZFS oder btrfs verwenden
- Jede von Debian unterstützte Storage geht
- Anforderungen beachten (Fileserver vs Datenbankserver z.B.)

- Storage für Cluster und HA:
  - NAS (NFS): Einfach im Handling, Bonding möglich
  - SAN: (iSCSI, FC): Bessere Performance, weniger Features (keine Snapshots), LVM Multipathing möglich
  - Distributed Storage: Ceph, Gluster

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Storage Typen

inett

Description	Plugin type	Level	Shared	Snapshots	Stable
ZFS (local)	`zfspool`	both[1]	no	yes	yes
Directory	`dir`	file	no	yes[2]	yes
BTRFS	`btrfs`	file	no	yes	TP[5]
NFS	`nfs`	file	yes	yes[2]	yes
CIFS	`cifs`	file	yes	yes[2]	yes
Proxmox Backup	`pbs`	both	yes	n/a	yes
CephFS	`cephfs`	file	yes	yes	yes
LVM	`lvm`	block	no[3]	yes[4]	yes
LVM-thin	`lvmthin`	block	no	yes	yes
iSCSI/kernel	`iscsi`	block	yes[3]	yes[4]	yes
iSCSI/libiscsi	`iscsidirect`	block	yes[3]	yes[4]	yes
FC/SAS	`native`[6]	block	yes[3]	yes[4]	yes
Ceph/RBD	`rbd`	block	yes	yes	yes
ZFS over iSCSI	`zfs`	block	yes	yes	yes

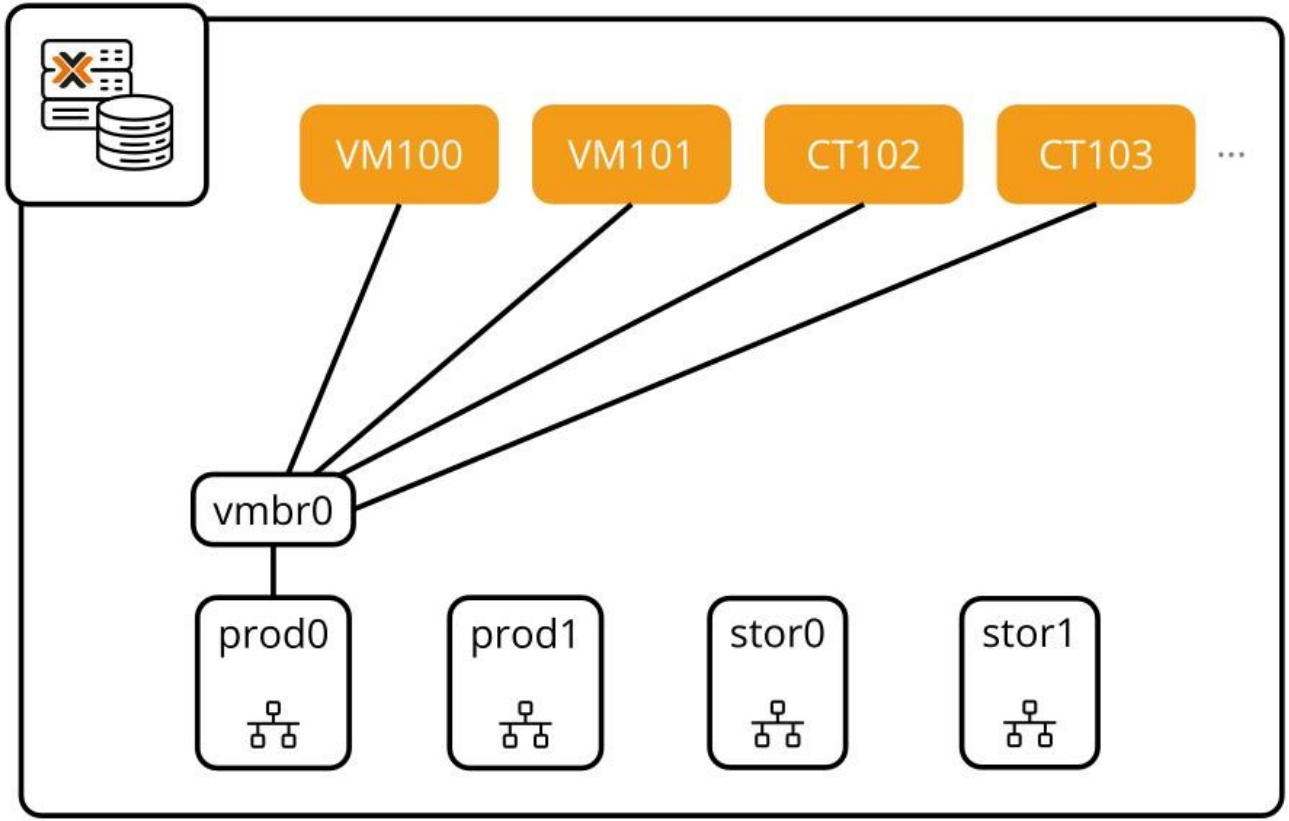
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Netzwerk

- *Ein* Netzwerk für Corosync Cluster (möglichst redundant)
- *Ein* Netzwerk für Storage
  (Bonding für NFS, Multipath für iSCSI und FC, Distributed redundant LACP für Ceph)
- Netzwerk(e) für virtuelle Maschinen
- Netzwerk(e) für weitere Zonen, wie z.B. DMZ
- Redundante und hochwertige Switches
- Alles gesichert durch eine Firewall

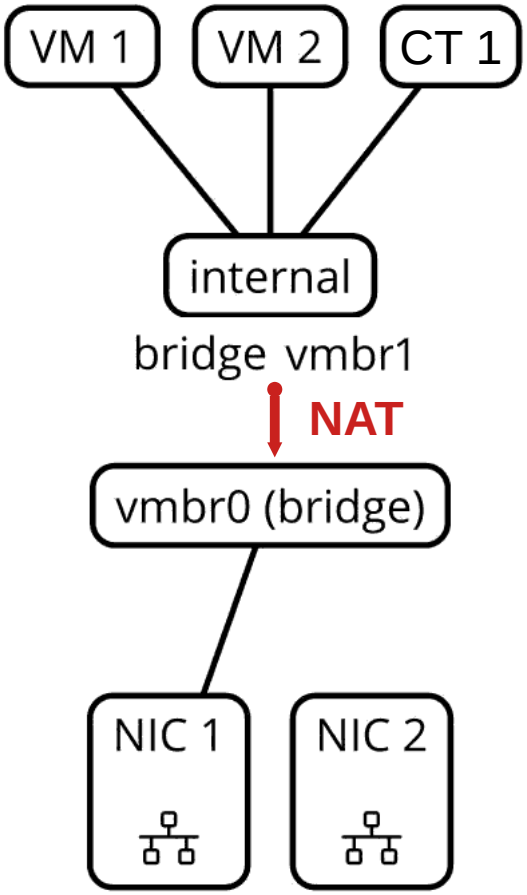
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

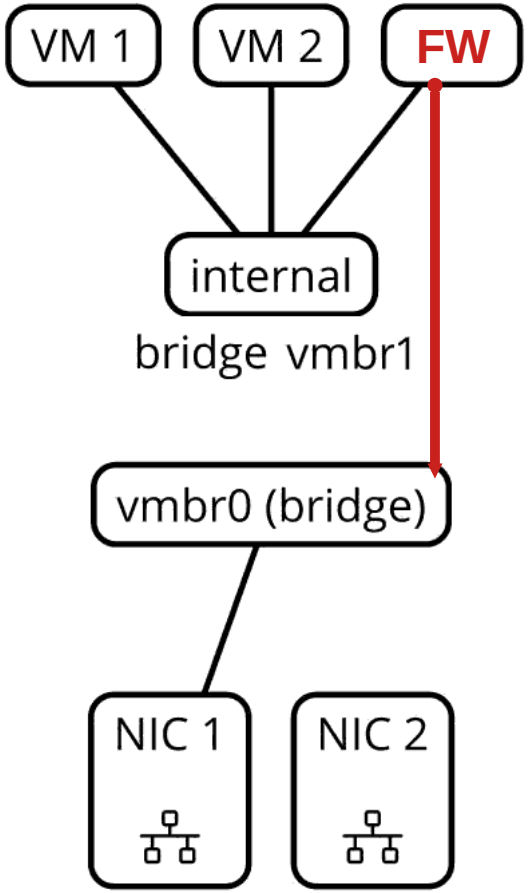
Netzwerk nach der Installation



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

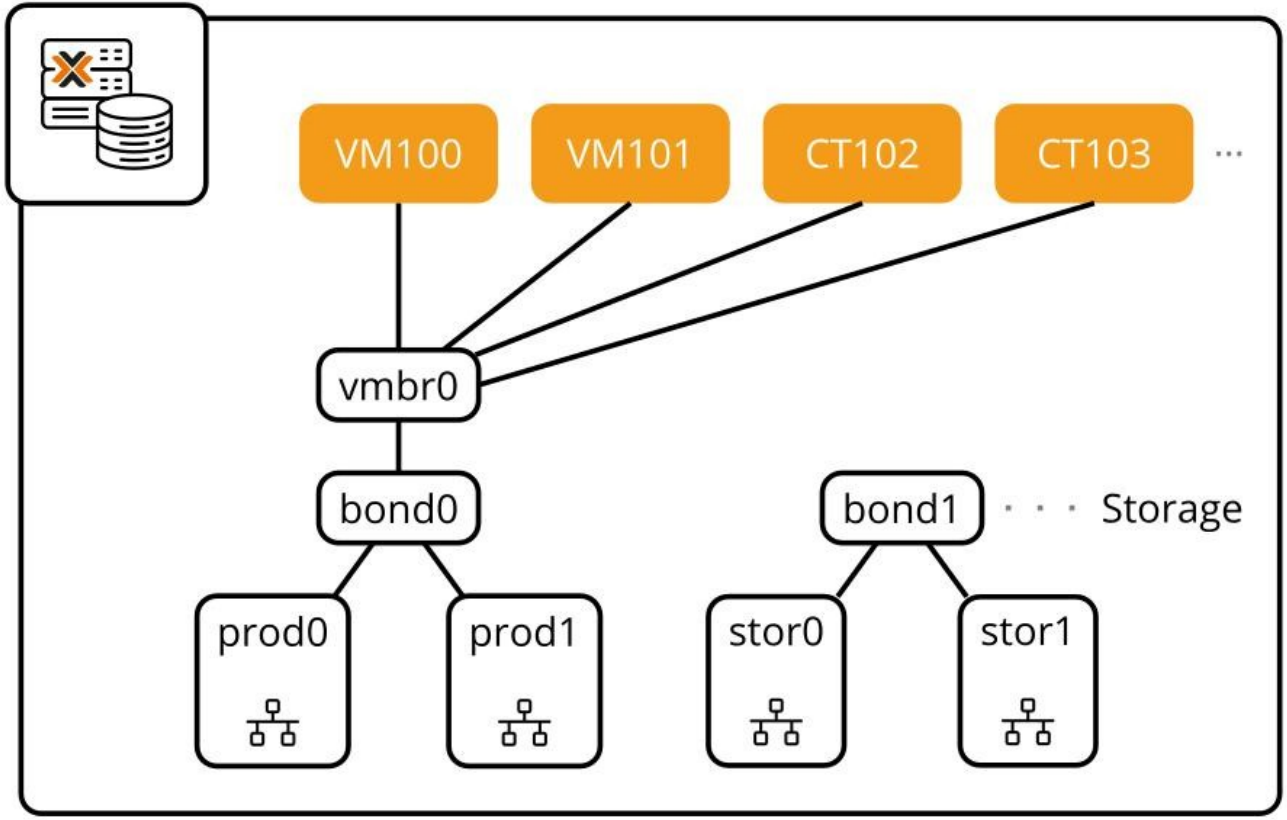
Netzwerk mit einer virtuellen Zone



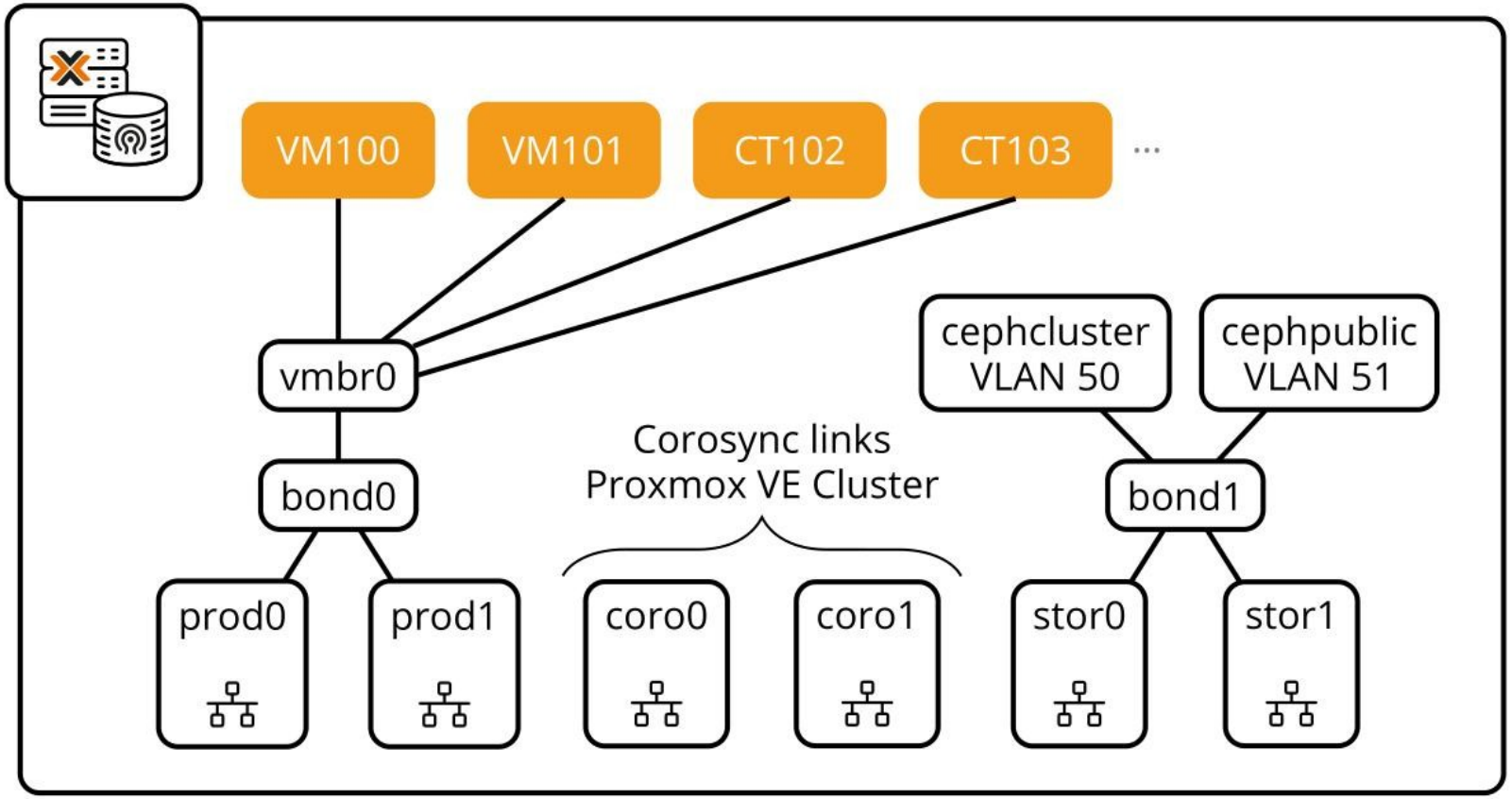


© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Netzwerk mit Ceph



Netzwerk mit Cluster und Ceph über VLANs



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE: Host Limits

- 12 TB RAM
- 8.192 Logical Cores
- 8 Sockets
- 10.000 Devices

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE: VM Limits

- 6 TB RAM
- 240 vCPUs/Cores
- 32 NIC
- Virtuelle Festplatten – Maximal 40 pro VM:
  - 14 SCSI
  - 16 VIRTIO
  - 6 SATA
  - 4 IDE (Bei Verwendung eines CD-ROM sind nur noch 3 verfügbar)

Installation von Proxmox VE



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE : Installation

inett

- Bare-metal ISO Installer
  - Boot von CD
  - Boot von USB
  - Dem Installer folgen
- Standard: LVM basierte Partitionierung mit ext4
- Optionen ermöglichen Anpassung der Installation
  - LVM (Standard), ZFS- oder BTRFS-basierte Installation möglich
  - Swap Size, Filesystem, RAID-Level (ZFS, BTRFS)
- Parameter setzen: „Options“ *auf Seite 2 des Installers*
- Für angepasste Installation: Erst Debian, *dann* Proxmox VE nachinstallieren



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE angepasste Installation

inett

- Installation Debian ISO
  - Debian 12 (Bookworm) 64 Bit für Proxmox 8.x
  - Debian 13 (Trixie) 64 Bit für Proxmox 9.x

- Einbinden der Proxmox VE Repositories
- Proxmox Pakete installieren
- Reboot und weitere Konfiguration

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Community Support

- Community Support Forum
  - http://forum.proxmox.com
- Proxmox VE Wiki
  - http://pve.proxmox.com
- Mailing Liste
  - http://pve.proxmox.com/cgi-bin/mailman/listinfo/pve-user
- Bug Tracker
  - https://bugzilla.proxmox.com
- Source Code
  - https://git.proxmox.com

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

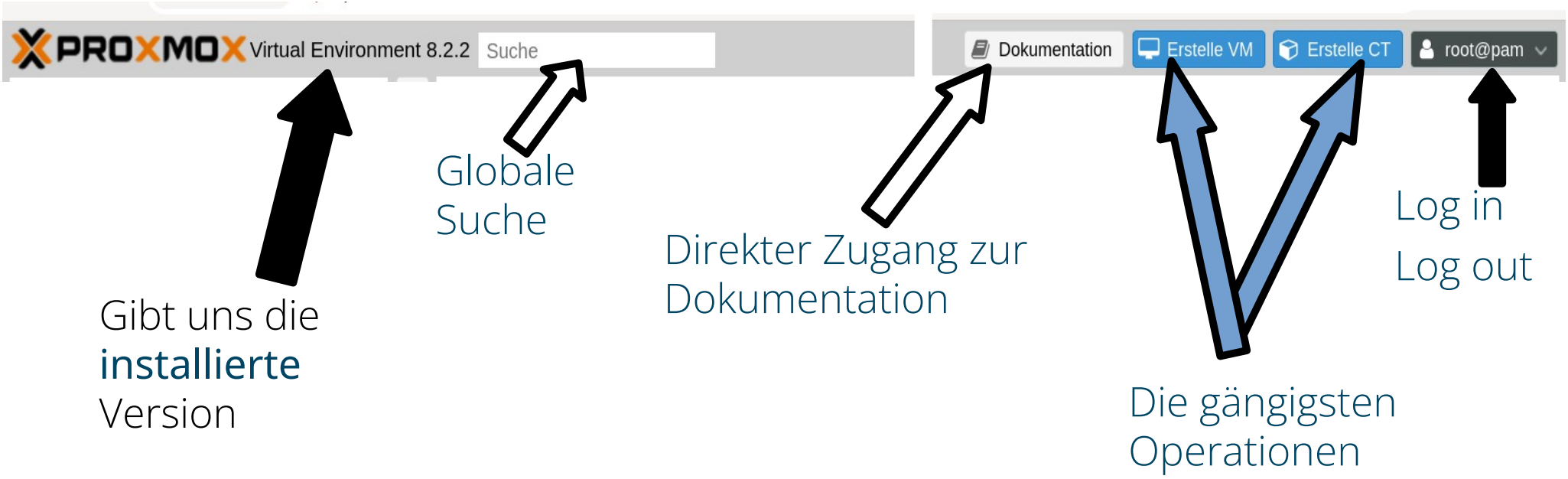
Proxmox VE
Web-basierte GUI



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Web-basierte GUI

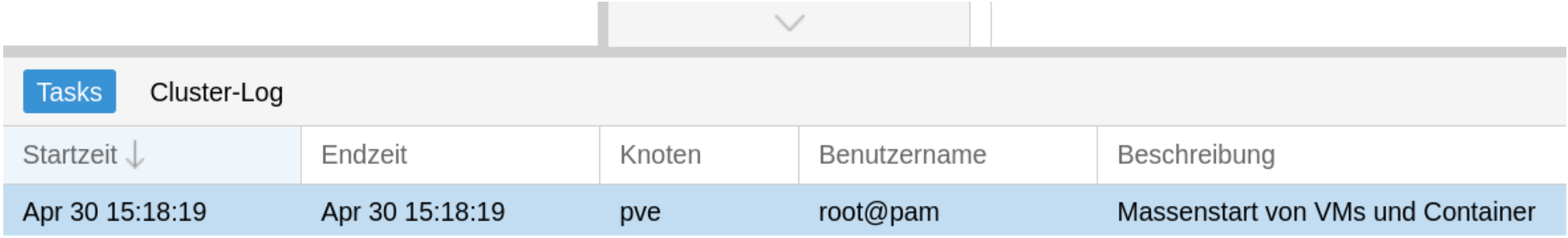
- Aufgeteilt in *vier* Zonen:
  - 1. Die obere Leiste



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

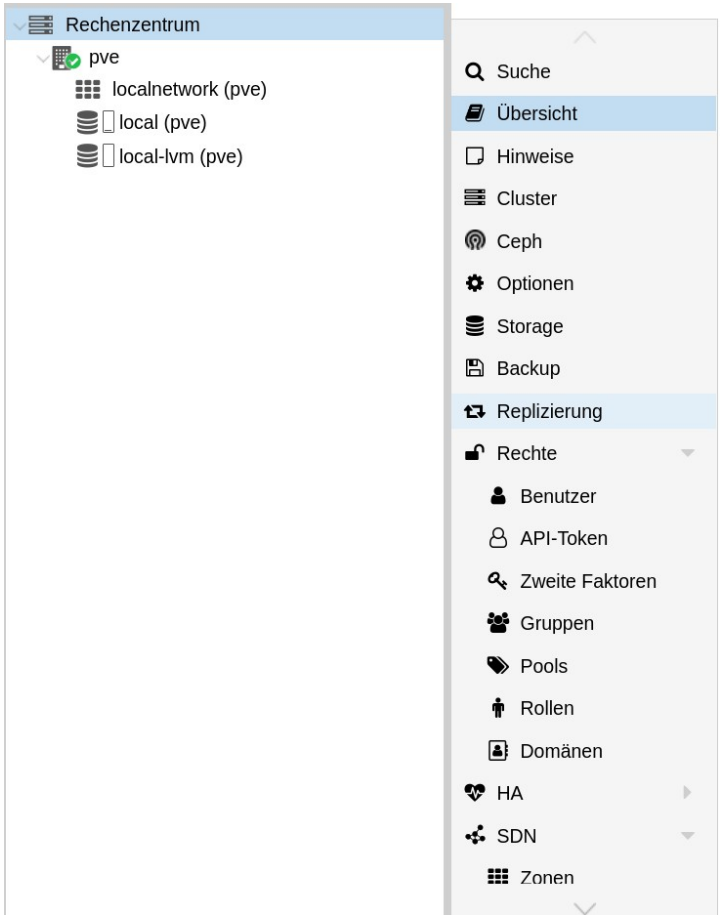
Proxmox VE Web-basierte GUI

- 2. Die untere Leiste:
  - Für Logs und laufende Aktivitäten



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Web-basierte GUI

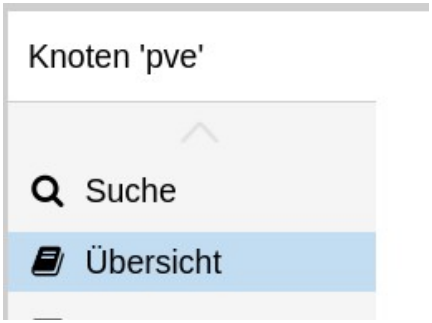


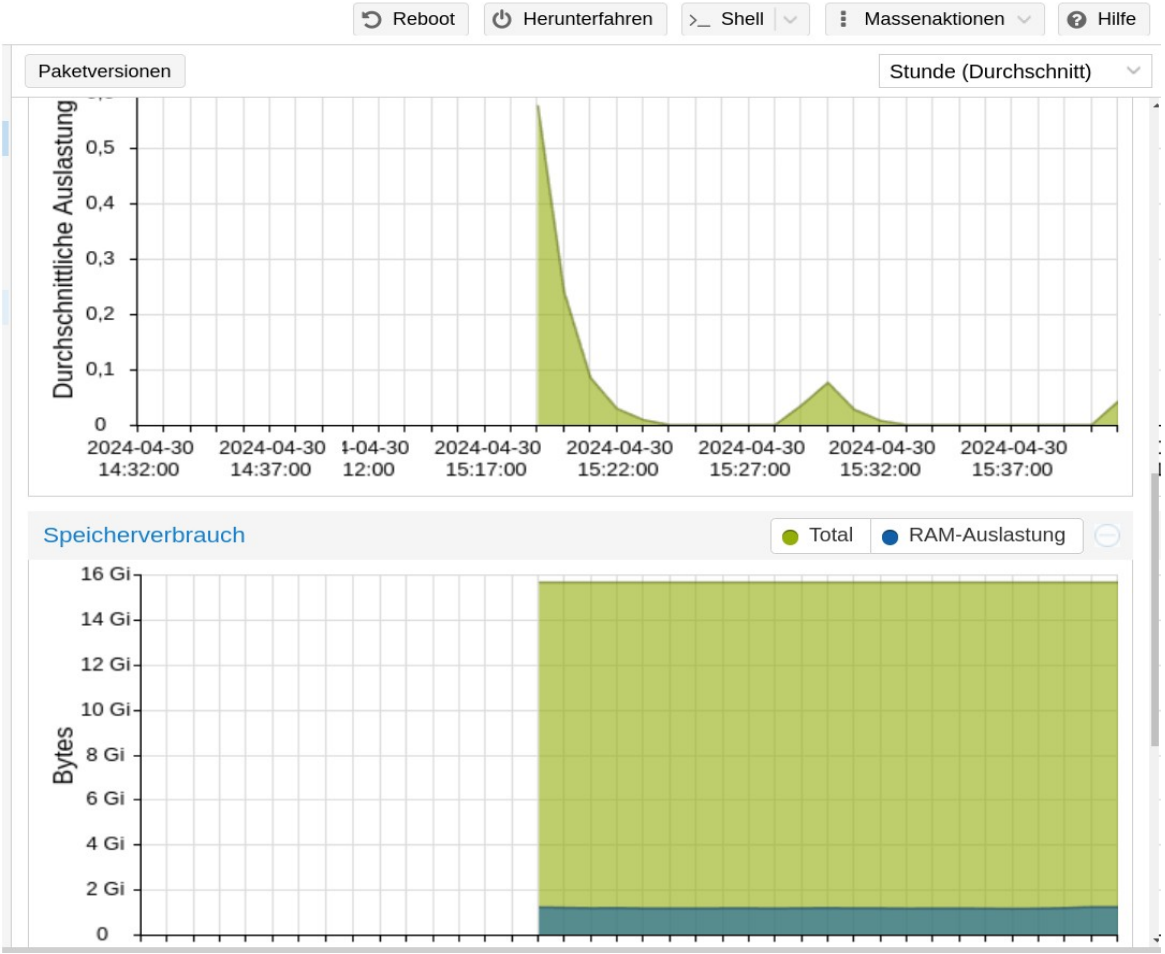
- 3. Ressourcenbaum:
  - In zwei Bereiche geteilt:
  - Der linke Bereich beeinflusst, was im rechten angezeigt wird
  - Rechenzentrum ist der ganze Cluster
  - Dann kommt der Host, auf dem wir arbeiten
  - Dann die VM, SDN und Storages

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Web-basierte GUI

- 4. Die Hauptansicht:
  - Zeigt, was im Ressourcenbaum ausgesucht wurde





© inett GmbH

Proxmox VE Storage



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Das Storage Modell

- VM Images können gespeichert werden auf:
  - Lokalem Speicher (Verzeichnis), ZFS, LVM mit ext4/xfs, btrfs
  - Shared Storage wie NAS (NFS) und SAN (z.B. über iSCSI oder FC)
  - Verteilter Storage (“Distributed Storage”) wie Ceph RBD oder GlusterFS
  - Unlimitierte Anzahl von Storage Definitionen
- KVM und LXC können alle Storage Typen verwenden (Datei- oder Blockbasiert)

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Das Storage Modell

- Storage hinzufügen : über “Datacenter/Storage”
- Storage Typen (je nach Inhalt)
  - Disk Images (KVM virtual Disks, qcow2/raw/vmdk)
  - Container (LXC Raw Images, Subvolumes)
  - VM Templates (ISOs)
  - Container Templates
  - Backups
  - Snippets
- Nodes: ermöglicht Einschränkung des Zugriffs auf bestimmte Nodes

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Storage Migration

- Storage Migration erlaubt das *Verschieben* einer virtuellen Festplatte auf andere Storage und Umwandlung in anderes Format
- KVM → online und offline
- LXC → nur offline
- Ursprüngliche virtuelle Disk kann gelöscht oder zur Sicherheit (als "*unused disk*") behalten werden

Storage Migration

- Typische Einsatzszenarien sind:
  - Umwandlung von raw nach qcow2 (lokal oder NFS)
  - Verschieben eines lokalen Images im qcow2 Format auf ein LVM basiertes SAN oder in eine verteilte Storage wie Ceph RBD
  - Altes SAN durch neues SAN ersetzen
  - Reaktion auf geänderte Anforderungen (mehr IOPS, größere Kapazität benötigt)



Proxmox VE Netzwerk



Das Netzwerk-Modell

- Proxmox VE verwendet Netzwerkbrücken (“Bridges”)
- Jeder Host kann bis zu 4094 Bridges besitzen
- Diese Bridges:
  - verhalten sich wie physikalische Netzwerkswitches, in Software implementiert
  - Haben ein Pseudo-Interface, das eine IP haben kann
- VMs werden an -oder mehrere- Bridge(s) angebunden:
  - Um VMs an ein LAN anzubinden, muss der Bridge ein Ethernet Port zugewiesen werden
  - Die TCP/IP Konfiguration des Hosts wird auf dem Pseudo-Interface der Bridge durchgeführt

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Das Netzwerk-Modell

- VLANs (IEEE 802.1q)
- Network bonding/aggregation
- Routed configuration (diverse Hosts, RZ, SDN)
- Masquerading (NAT)
- 10, 40/56 und 100 Gbit/s Support
- IPv6 Support
- Netzwerkkonfiguration kann in /etc/network/interfaces durchgeführt werden
- Wenn die GUI die benötigte Konfiguration nicht unterstützt → Dann GUI vermeiden
- Änderungen werden in /etc/network/interfaces.*new* gespeichert und bei “Apply” *oder Neustart des Hosts (!)* aktiviert



Das Netzwerk-Modell

- Seit Proxmox 3.3 ist Open vSwitch optional nachinstallierbar
- Wird auch in XenServer 6, Xen Cloud, KVM und VirtualBox verwendet
- Security: Filter, Isolation
- Monitoring: Netflow, sFlow, SPAN, RSPAN
- Quality of Service (QoS): queuing & shaping
- Auto Control: OpenFlow, OVSDB, mgmt
- Für *komplexe* Switching Szenarien gedacht
- Empfehlung: Nur verwenden, wenn *notwendig*!

Das Netzwerk-Modell

- Weiterführende Informationen zu Open vSwitch :
  - Proxmox + Open vSwitch: https://pve.proxmox.com/wiki/Open_vSwitch
  - Homepage: http://openvswitch.org/
  - Config Cookbooks: http://openvswitch.org/support/config-cookbooks/
  - ADMIN Magazine Artikel: “Virtual Switching with Open vSwitch”: http://www.admin-magazine.com/CloudAge/Articles/Virtual-switching-with-Open-vSwitch

Proxmox VE CLI



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

CLI Tools : Debian Linux

- apt-get, apt-cache, apt-mark, aptitude
- nano, vim, neovim, ranger, ccze, tmux, byobu uvm.
- htop, btop, iotop, iftop, nmon, glances, dmidecode
- tcpdump, iptraf-ng, iperf3
- iptables, nft
- pv*, vg*, lv* (LVM)
- multipath
- zpool, zfs (ZFS)
- fio, dbench, bonnie++



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox CLI Tools

- qm – KVM VM Management
- pct – LXC Container Management
- pvesh – CLI API Shell
- pvereport – Ausführliche Infos
- pve-firewall – Firewall Administration
- pveperf – Performance Check
- pveversion - Versionsprüfung
- pvecm – Cluster Manager
- pvesm – Storage Manager
- pveum – User Manager
- pveam – Appliance Manager (LXC Templates)
- pvenode – Node Manager
- pvesubscription – Subscription Manager
- pveceph – Ceph Manager
- pvesr – ZFS Storage Replication Manager
- qemu-* - Low-Level KVM Tools
- ceph, rbd, … – Ceph CLI

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Updating Proxmox VE



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Software Updates

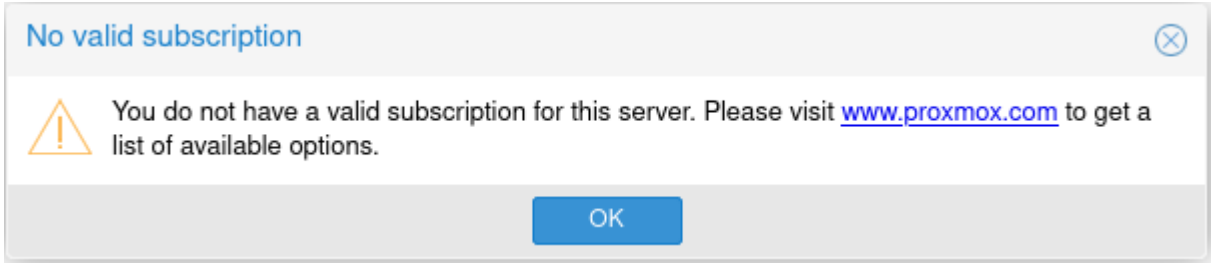
- Proxmox VE verwendet APT (apt-get ...)
- Zwei Update Quellen: Debian Standard Repositories und Proxmox Repository
- Proxmox VE **1**.x auf Debian Lenny (**5**.x)
  Proxmox VE **2**.x auf Debian Squeeze (**6**.x)
  Proxmox VE **3**.x auf Debian Wheezy (**7**.x)
  Proxmox VE **4**.x auf Debian Jessie (**8**.x)
  Proxmox VE **5**.x auf Debian Stretch (**9**.x)
  Proxmox VE **6**.x auf Debian Buster (**10**.x)
  Proxmox VE **7**.x auf Debian Bullseye (**11**.x)
  Proxmox VE **8**.x auf Debian Bookworm (**12**.x)
  Proxmox VE **9**.x auf Debian Trixie (**13**.x)
- Proxmox unterstützt jeweils die aktuellste Version („rolling updates“)
- Ältere Proxmox Versionen werden „supported“
  solange Debian Version = „old stable“ ist.

Proxmox Support Subscriptions

- Zugriff auf Enterprise Repository und stabile Software Updates und Sicherheitserweiterungen
- Direkter Support vom Proxmox Core Team ab Level Basic
- Kundenportal unter https://my.proxmox.com

Proxmox Support Subscriptions

- **Training Plus Promo:** 20% Rabatt auf Basic, Standard und Premium Subscriptions bei Kauf innerhalb von 2 Monaten nach dem Training
- Nur für *neue* Subscriptions, nur für Proxmox VE
- Limitiert auf maximal 13 Subscriptions und maximal 13 Sockets
- Bei Bestellung aufs Training verweisen, einmal pro Firma
- Bestellung über inett GmbH (DE), inett Sarl (LU) oder Proxmox Server Solutions GmbH (AT)



Subscription Level

inett

PREMIUM

Rundum-Sorglos-Paket

€ 1100/CPU-Sockel & Jahr

Jetzt kaufen

- Zugriff auf Enterprise Repository
- Kompletter Funktionsumfang
- Support via Kundenportal
- **Unlimitierte Support Tickets**
- Reaktionszeit: 2 Stunden* an Arbeitstagen
- Remote Support (via SSH)
- Offline-Aktivierung
- Datacenter Manager Enterprise Repository und Support

STANDARD

Am Beliebtesten

€ 550/CPU-Sockel & Jahr

Jetzt kaufen

- Zugriff auf Enterprise Repository
- Kompletter Funktionsumfang
- Support via Kundenportal
- **10 Support-Tickets/Jahr**
- Reaktionszeit: 4 Stunden* an Arbeitstagen
- Remote Support (via SSH)
- Offline-Aktivierung
- Datacenter Manager Enterprise Repository und Support

BASIC

Für wachsende Unternehmen

€ 370/CPU-Sockel & Jahr

Jetzt kaufen

- Zugriff auf Enterprise Repository
- Kompletter Funktionsumfang
- Support via Kundenportal
- **3 Support-Tickets/Jahr**
- Reaktionszeit: 1 Arbeitstag
- Datacenter Manager Enterprise Repository und Support

COMMUNITY

Zum Starten

€ 120/CPU-Sockel & Jahr

Jetzt kaufen

- Zugriff auf Enterprise Repository
- Kompletter Funktionsumfang
- Community Support im Forum

Proxmox Repositories

Enterprise

- Default
- For all subscribers
- The most stable packages
- For production use

No-Subscription

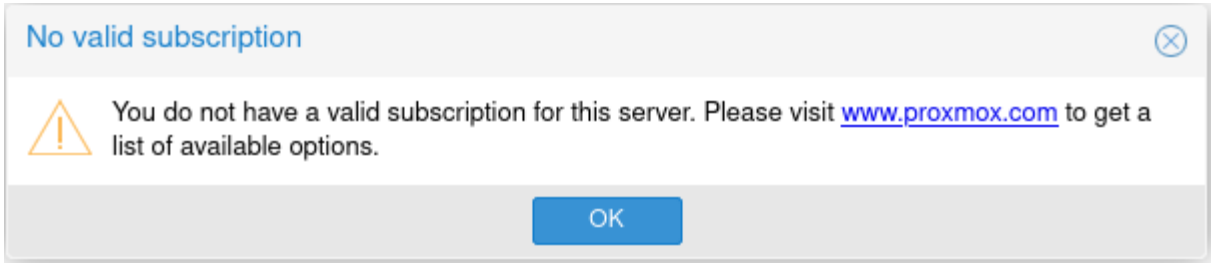
- Accessible without subscription
- For non-production use and testing

Test

- Accessible without subscription
- Latest packages and new features
- For developers and testing

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Entreprise Repositories



Die verschiedenen Proxmox Repositories:

- pve-no-subscription → wäre *sid* bei Debian
- pvetest (pre-release) → wäre *unstable* bei Debian
- pve-enterprise → wäre *stable* bei Debian

- Seit Proxmox 8.0 stehen auch die Ceph Repositories zur Verfügung

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Update via GUI

- Node auswählen und auf „Updates“ Tab klicken
- Paketliste aktualisieren: „Update“ anklicken
- Eine Liste mit neuen Paketen inkl. Changelog erscheint
- Updates installieren: „Upgrade“ anklicken

- Reboot oder nicht?
  - Neuer Kernel: PVE Host muss neugestartet werden um den Kernel zu aktivieren
  - Neues QEMU Release: Alle VMs müssen gestoppt und wieder gestartet werden (Neustart genügt nicht, VM muss aus sein)
  - Neues pvecontainer Release: Alle Container müssen gestoppt und neu gestartet werden

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Update via CLI

- Alle Proxmox VE Komponenten auflisten: `# pveversion –v`
- Update der Paketliste: `# apt update`
- Updates installieren: `# apt upgrade`
- `# apt dist-upgrade`
- `# apt autoremove`
- `# apt autoclean`
- `# apt-mark hold | showhold | unhold`

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Kernel pinning

- Kernel auf bestimmte Version festsetzen (`pin`)
- Neue Kernel werden installiert, aber nicht automatisch gebootet
- Rückgängig später mit `unpin`.
- Beispiel: Broadcom NICs und Kernel Update 6.5 → 6.8
  → pinning auf Kernel 6.5 um Probleme zu vermeiden
- Späteres `unpin` nicht vergessen :-)

```
# proxmox-boot-tool kernel list
# proxmox-boot-tool kernel pin <version>
# proxmox-boot-tool kernel unpin
```

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Kernel pinning

- # proxmox-boot-tool #(früher pve-efiboot-tool)
  - USAGE: /usr/sbin/proxmox-boot-tool <commands> [ARGS]
  - proxmox-boot-tool format <partition> [--force]
  - proxmox-boot-tool init <partition> [grub]
  - proxmox-boot-tool reinit
  - proxmox-boot-tool clean [--dry-run]
  - proxmox-boot-tool refresh [--hook <name>]
  - proxmox-boot-tool kernel <add|remove> <kernel-version>
  - proxmox-boot-tool kernel pin <kernel-version> [--next-boot]
  - proxmox-boot-tool kernel unpin [--next-boot]
  - proxmox-boot-tool kernel list
  - proxmox-boot-tool status [--quiet]
  - proxmox-boot-tool help

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE Gäste



inett

Vollvirtualisierung mit KVM





© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard (Allgemein)

- Erstellung neuer VMs mit Hilfe des Assistenten
- Node: Auf welcher Node eines Clusters soll die VM laufen
- VM ID: *Eindeutige* ID (Clusterweit)
- Name: Name der VM (kann jederzeit geändert werden)
- Ressource Pool: Pool auswählen (optional)

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard (OS, CD/DVD)

- Durch Auswählen eines OS Typs
  - QEMU Mikrooptimierungen
  - Voreinstellungen für den weiteren Wizard

- CD/DVD: Installationsmedium auswählen
  - ***Nota***: Bei der Installierung einer Windows-VM wird an dieser Stelle ein *zusätzliches* virtuelles Medium angelegt, um dem System die *VirtIO-Treiber* während der Installation reichen zu können.

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard (Laufwerk)

- Bus/Device: IDE, SATA, VirtIO Block, SCSI
- Storage: Storage für die Virtuelle Disk auswählen
- Format: raw, qcow2, vmdk
  - qcow2: Standard, erlaubt Live Snapshots
  - raw: Kein Format (keine Snapshots möglich)
  - vmdk: Nur für Kompatibilität/Migrationen in Verbindung mit VMware
  - Bei LVM, Ceph RBD und sonstiger Block Storage:
    Kein Format (raw wird angezeigt)

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard (Laufwerk)

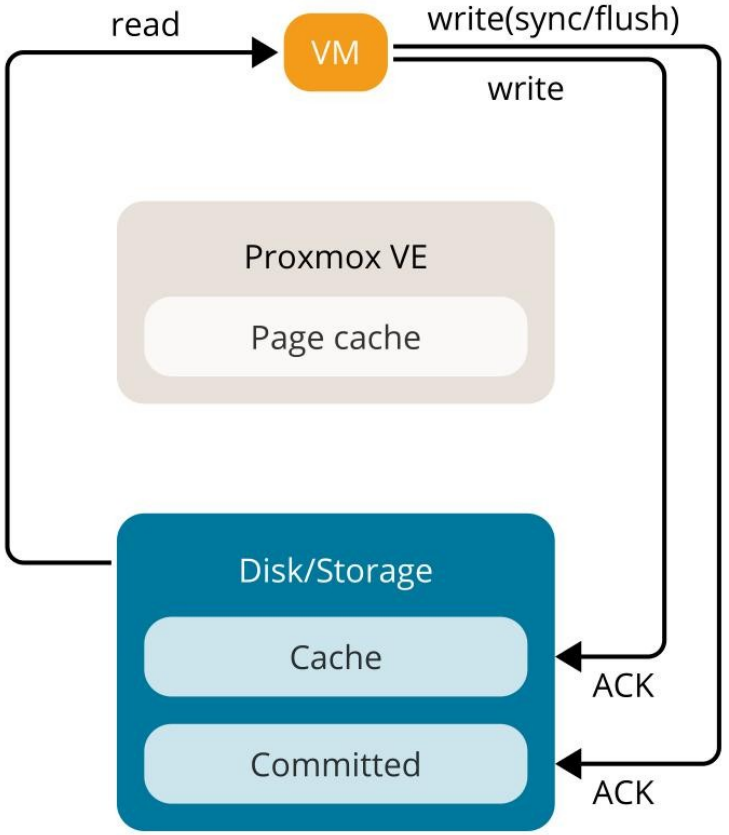
Best Practice zur Auswahl eines Storages:

1. „*Intelligente*“ Netzwerk Block Storage (Ceph RBD, Gluster, ...)
2. qcow2 auf File Storage (lokal oder Netzwerk/NFS)
3. LVM-thin oder ZFS auf lokaler Block Storage
4. LVM (thick) auf SAN iSCSI/FC

Cache: direct, default, direct sync, write through, *write back*, unsafe, no cache (Erläuterung siehe nächste Seite)

VM Wizard Cache Mode „none“

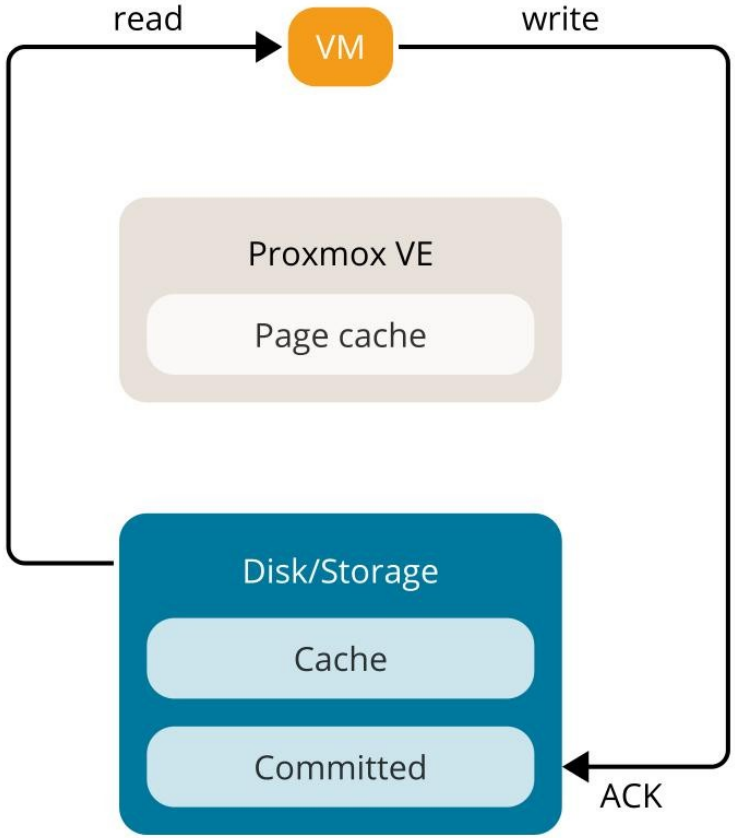
- Page Cache des Servers wird nicht verwendet
- Gast Disk Cache = writeback



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard Cache Mode „direct“

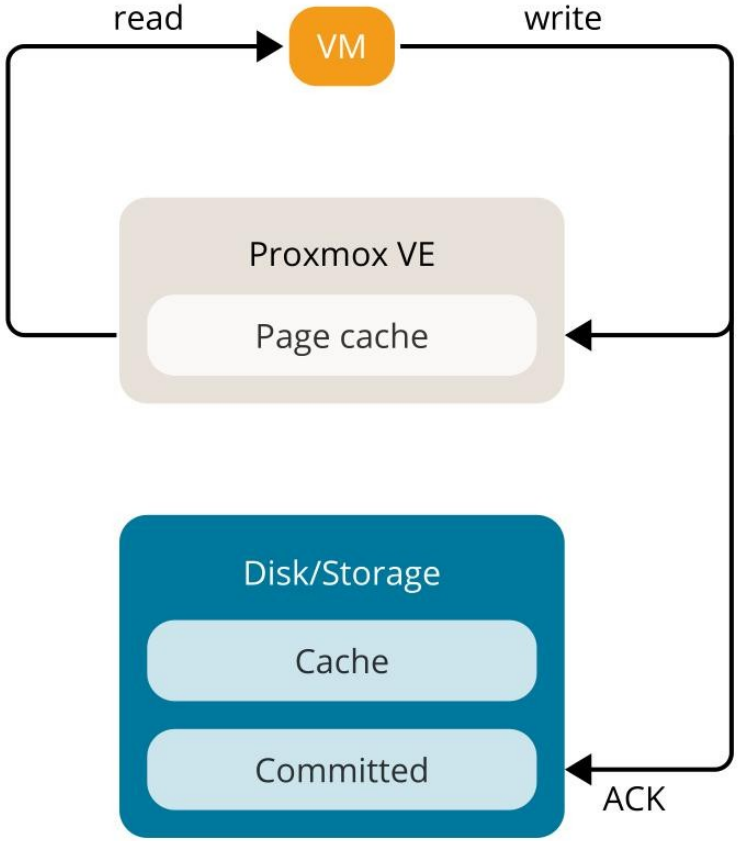
- Page Cache des Servers wird nicht verwendet
- Gast Disk Cache = writethough
- Für jeden Schreibvorgang des Gastes wird ein fsync durchgeführt



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard Cache Mode „writethrough“

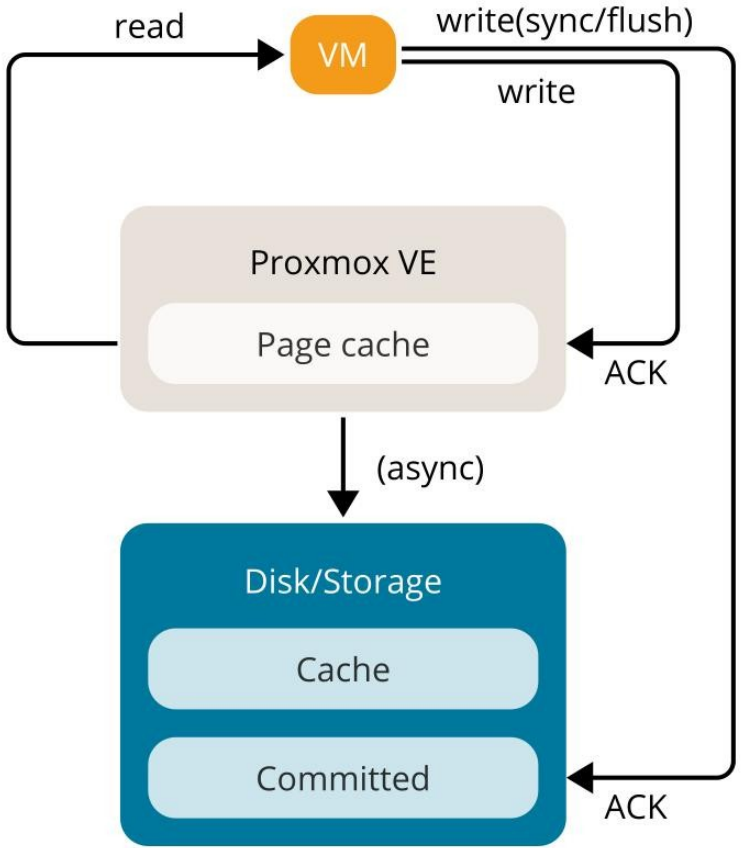
- Page Cache des Servers
  wird als Lesecache verwendet
- Gast Disk Cache = writethough
- Für jeden Schreibvorgang des Gastes
  wird ein fsync durchgeführt
- Sicherer, kein Datenverlust bei
  Stromausfall, langsamer



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard Cache Mode „writeback“

- Page Cache des Servers wird als Lese- und Schreibcache verwendet
- Gast Disk Cache = writeback
- schneller, aber Datenverlust bei Stromausfall möglich



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard (Laufwerk)

- Um Storage Überlastung zu vermeiden, kann der VM I/O Zugriff *limitiert* werden
- Einer einzelnen VM kann somit verboten werden, die komplette Storage auszulasten

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard (CPU)

- Sockets: Anzahl der CPU Sockets (Prozessoren)
- Cores: Anzahl der Cores pro CPU
- Cores gesamt = Sockets * Cores
  - Cores gesamt sollten niemals höher sein als die Anzahl der tatsächlich vorhandenen Cores auf dem Host
  - Manche Betriebssysteme oder bestimmte Software wird nach Anzahl Prozessoren (CPUs) lizensiert – daher besser 1 CPU mit 4 Cores als 4 CPUs mit 1 Core
- CPU Typ: Emulierter CPU Typ
  - Single Server → Host
  - Cluster (Live Migration) → `x86-64-v2-aes`
  - alternativ älteste CPU im Cluster

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM Wizard (Netzwerk)

- Bridge auswählen, zu den die erste Netzwerkkarte hinzugefügt werden soll und ggf. das VLAN Tag
- Model: NIC Emulation
  - Intel e1000, VirtIO, Realtec RTL8139
  - Best Practice: VirtIO (wenn kein Treiber verfügbar, e1000 verwenden)
  - MAC Address: „auto“ verwenden oder spezielle MAC setzen
- Rate Limit: Netzwerkdurchsatz limitieren in MB/s

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Größenänderung an einer Festplatte

- Schritt 1: Virtuelle Festplatte über GUI vergrößern
- Schritt 2: Partition und Filesystem vergrößern innerhalb des Gast Betriebssystems
- Windows: Windows starten und mittels “Disk Manager” dann vergrößern
- Linux: parted, fdisk, e2resize, lvresize oder ein ähnliches Tool verwenden
- Wiki: http://pve.proxmox.com/wiki/Resizing_disks

Paravirtualisierte Treiber - VirtIO

- I/O Virtualisierung in KVM
  - Nahezu native Performance
- Treiberunterstützung
  - Linux Kernel enthält alle Treiber
  - Windows Treiber sind bei *fedorapeople.org* erhältlich (Code signiert von Red Hat)
  - Stabile Unterstützung auf anderen Systemen unterschiedlich (z.B. FreeBSD enthält alle VirtIO-Treiber)

Dynamisches Speichermanagement

- KSM: (Kernel Samepage Merging) läuft im Linux Kernel und prüft den Hauptspeicher auf identische Speicherseiten um diese zu deduplizieren / konsolidieren.
- Voraussetzungen:
  - KSM ist standardmäßig aktiviert, wird jedoch erst verwendet wenn mehr als 80% des physikalischen Speichers verwendet wird.
    Funktioniert dann *out-of-the-box*.
- KSM Status:
  - Auf der Host Übersicht verfügbar (“KSM sharing”)

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

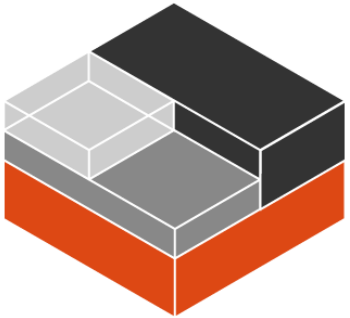
Dynamisches Speichermanagement

- *Memory Ballooning* (nur KVM) kann das Gast OS anweisen, Speicher freizugeben, um aktuell nicht verwendeten Speicher der anderen VM zur Verfügung zu stellen
- Der PVE Host kann nun Speicher von dieser VM "*leihen*" und an eine andere VM geben, die gerade den Speicher benötigt.
- Eine VM entscheidet dabei selbst, welche Prozesse oder Cache Seiten aufgegeben oder ausgelagert werden
- Voraussetzungen:
  - VirtIO Balloon Treiber muss installiert sein
  - Der Management Service im Gast OS muss gestartet sein

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

inett

Containervirtualisierung mit LXC





CT Wizard (Allgemein)

- Als Erstes werden Container Templates runtergeladen
- Erstellung eines neuen CT mit dem Assistenten
  - Node: Auf welcher Node soll der CT ausgeführt werden
  - VM ID: (LXCID) Eindeutige ID
  - Hostname: Hostname des CT (auch innerhalb des Containers)
  - Ressource Pool: Pool auswählen (optional)
  - Passwort/Bestätigung: Root Passwort des CT

CT Wizard (Template)

- Storage: Storage auswählen, auf dem das Template liegt
- Template: Auswahl des benötigten Templates (vorheriger Download/Upload notwendig)
- Wie erhält man Templates?

  - Links Storage auswählen, auf „Templates“ klicken und Download direkt von hier aus starten
  - Alle „Turnkey Linux Appliances“ sind dort verfügbar

CT Wizard (Root Disk)

- Storage: Storage auswählen, auf dem das Root File System gespeichert werden soll

- Disk Size: Größe des *Root* File Systems, kann online vergrößert werden

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

CT Wizard (Ressourcen)

- Memory (MB): Größe des Hauptspeichers
- Swap (MB): Swap Größe
- CPU Limit: CPU Usage Limit (hard limit)

  0 = kein Limit
- CPU Units: Setzt die CPU Gewichtung des Containers

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

CT Wizard (Netzwerk)

- ID: Muss “net(X)” sein
- Name: Muss “eth(X)” sein
- MAC Addresse: Automatisch generiert, wenn nicht gesetzt
- Bridge: Zu verwendende Bridge
- VLAN Tag: Wenn ein VLAN verwendet werden soll, hier einsetzen
- Firewall: Aktivieren um die Firewall für diesen Container einzuschalten
- IPv4 / IPv6: IP Settings (Static, DHCP, SLAAC, Gateway)

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

CT Wizard (DNS)

- DNS Domain: Suchdomain festlegen
- DNS Server: DNS Server

- Wird *nichts* angegeben, werden die Settings des Proxmox *Hosts* automatisch auch für den Container verwendet
  - *Achtung* aber, wenn Hypervisor und Container in *unterschiedlichen* Netzwerken sind!

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Virtual Appliances – LXC Templates

- Proxmox LXC Templates
  - Erstellt und gepflegt von Proxmox bzw. linuxcontainers.org
- TurnKey Linux Templates
  - Turnkey Linux ist ein Open Source Projekt, das über 100 freie und fertig vorkonfigurierte Appliances bereitstellt
  - Weit verbreitete Open Source Software ist somit schlüsselfertig vorkonfiguriert
  - Eine Appliance kann innerhalb von wenigen Minuten auf einem Proxmox VE Host installiert werden
  - Beispiele: Mattermost, Prestashop, Gitea, NextCloud, OpenLDAP, LAMP Stack, etc.

CT Wizard (Snapshots)

- Ein Snapshot konserviert die Inhalte sowie optional den Status eines Containers
- Mehrere unabhängige Snapshots möglich
- Snapshots sind in Backups *nicht* enthalten
- *Rollback* stellt Image und Status des Containers zum Zeitpunkt des Snapshots wieder her

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

VM/CT Start und Stopp Verhalten

- Standard: Start und Stopp einer VM/CT mit Host Start und Shutdown
- **Startreihenfolge:** Definiert die Startpriorität der VM
  - “1” legt fest, dass diese VM zuerst gestartet wird, dann 2, 3, etc.
  - Umgekehrte Reihenfolge gilt für Shutdown
- **Startverzögerung:** Nachdem die VM/CT gestartet wurde, wartet PVE die angegebene Anzahl Sekunden bis die nächste VM gestartet wird
  - “240” wartet 240 Sekunden bis die nächste VM gestartet wird
- **Shutdown timeout:** Dieser Wert wird an den VM Shutdown Befehl mit übergeben
  - Standard sind 60 Sek.für Container und 180 Sek. für VMs

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Templates und Klonen



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

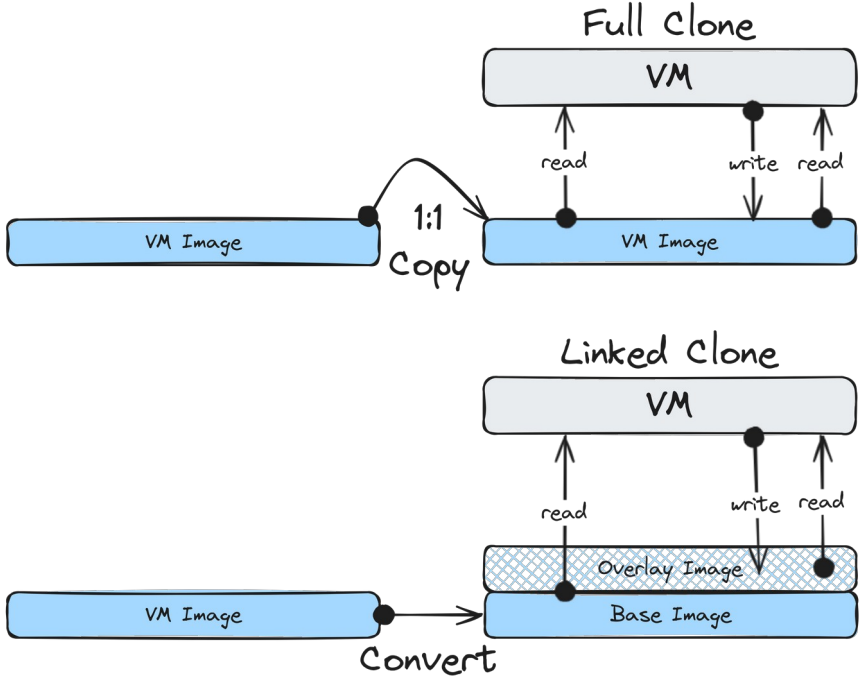
Definitionen

- VM - KVM basierte virtuelle Maschine
- Linked Clone – Speichert nur Änderungen
  - benötigt weniger Speicherplatz
  - läuft nur zusammen mit dem Basis Image
- Full Clone – Vollständige Kopie einer VM
  - Benötigt genausoviel Speicherplatz wie das Original
  - Kann unabhängig vom Original verwendet werden
- Templates – vorkonfigurierte Betriebssystemimages, die sich mit wenigen Klicks ausrollen lassen

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Full Clones vs Linked Clones

- Full Clone:
  - Vollständige Kopie eines Containers / eines Templates
  - Benötigt den gleichen Speicherplatz
  - Ist unabhängig vom Original
- Linked Clone:
  - Speichert nur Änderungen
  - Benötigt weniger Speicherplatz
  - Basis VM oder Template muss verfügbar sein
  - Funktioniert bei:
  - Images mit Format raw, qcow2, vmdk (lokal oder auf NFS)
  - Nicht bei iSCSI Storages oder LVM *thick*



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Erstellung eurer eignenen VM Templates

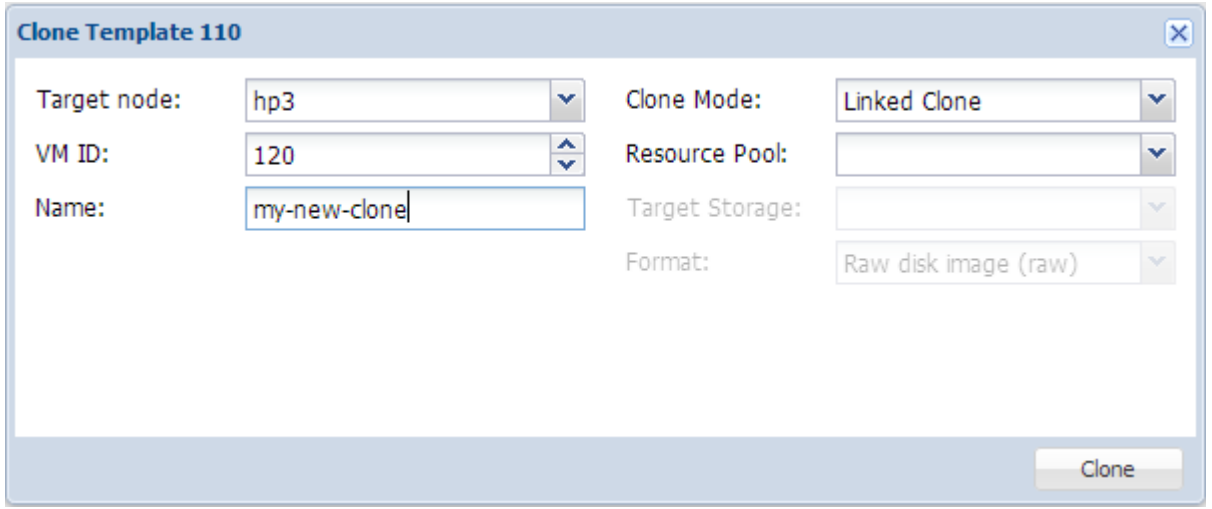
inett

- Konvertierung einer vorhandenen VM in Template
  - VM installieren mit allen Treibern und benötigter Software
  - Alle Benutzerdaten entfernen:
    - Passwörter
    - Profile
    - Keys
  - Windows: Sysprep
  - Linux: virt-sysprep (Ubuntu, http://manpages.ubuntu.com/manpages/precise/man1/virt-sysprep.1.html)
  - Ausschalten
  - Rechtsklick auf VM → "*Konvertiere zu Template*"
- Ein Template kann ab dann *nicht mehr* gestartet werden
- Um ein Template zu ändern, müssen diese Schritte oben *erneut* ausgeführt werden



Eine VM aus einem Template erstellen

- Rechtsklick auf Template
- „*Clone*“ auswählen
- Dem Assistenten folgen



Migration zu Proxmox VE

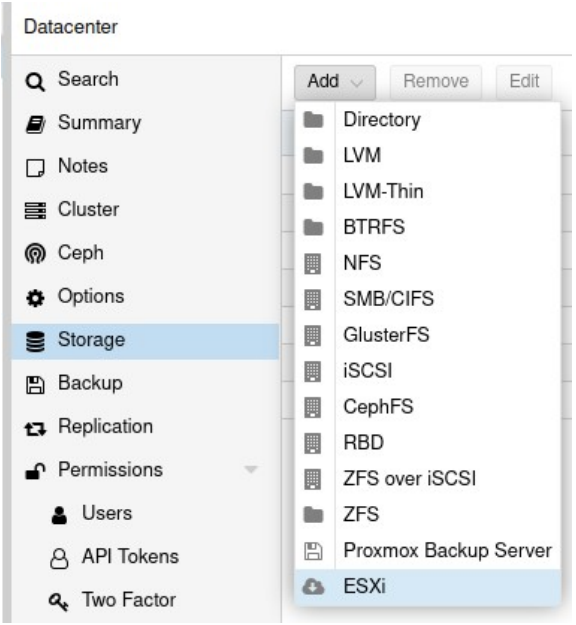


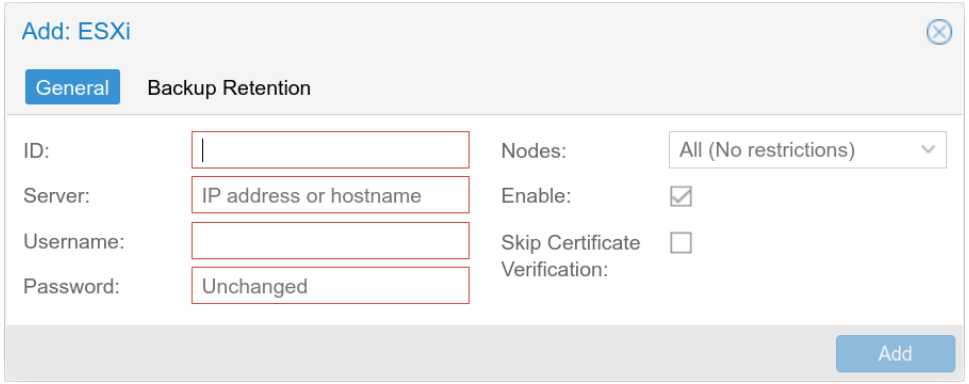
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

ESXi Importer

- VMware ESXi 8 und 7 (mit Anpassungen)

  → Proxmox VE mit dem ESXi Importer
- Datacenter → Storage → Add → ESXi
- VMs können gestartet und online migriert werden
- CLI: `qm import`





© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

OVA/OVF Import

- Nur in der CLI möglich: `qm importovf`
- Importiert eine VM *mit* ihrem OVF Manifest

```
USAGE: qm importovf <vmid> <manifest> <storage> [OPTIONS]

  Create a new VM using parameters read from an OVF manifest

  <vmid>     <integer> (100 - 999999999)
             The (unique) ID of the VM.

  <manifest> <string>
             path to the ovf file

  <storage>  <storage ID>
             Target storage ID

  --dryrun   <boolean>
             Print a parsed representation of the extracted OVF parameters,
             but do not create a VM

  --format   <qcow2 | raw | vmdk>
             Target format
```

VM Disk Import

- VM Config neu erstellen
- Image importieren mit `qm disk import`
- Quellformate:
  - vmdk
  - qcow2
  - raw
  - vdi
  - vhdx
  - ...und weitere

```
USAGE: qm disk import <vmid> <source> <storage> [OPTIONS]

 Import an external disk image as an unused disk in a VM. The
  image format has to be supported by qemu-img(1).

 <vmid>     <integer> (100 - 999999999)
            The (unique) ID of the VM.

 <source>   <string>
            Path to the disk image to import

 <storage>  <storage ID>
            Target storage ID

 --format   <qcow2 | raw | vmdk>
            Target format

 --target-disk <efidisk0 | ide0 | ide1 | ide2 | ide3 | sata0 | sata1 |
            sata2 | sata3 | sata4 | sata5 | scsi0 | scsi1 | scsi10 |
            scsi11 | scsi12 | scsi13 | scsi14 | scsi15 | scsi16 | scsi17 |
            scsi18 | scsi19 | scsi2 | scsi20 | scsi21 | scsi22 | scsi23 |
            scsi24 | scsi25 | scsi26 | scsi27 | scsi28 | scsi29 | scsi3 |
            scsi30 | scsi4 | scsi5 | scsi6 | scsi7 | scsi8 | scsi9 |
            tpmstate0 | unused0 | unused1 | unused10 | unused100 |
            unused101 | unused102 | unused103 | unused104 | unused105 |
```

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox VE
Sicherung der Gäste



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Sicherung der Gäste – Backup Storage

- Backup Storage anlegen
  - Content-Type: “VZDump backup file“
  - Filebasierte Storage
- Best Practice: *externe* Backups auf NFS Server, ggf. spätere Archivierung auf Band (Disk2Disk2Tape)
- Backup Rotation möglich
- Haltezeiten (“Backup Retention”) werden bei der Storage konfiguriert

Backup direkt starten

- Backups können manuell gestartet werden
  - VM auswählen, Tab “Backup“
  - Backup Modus wählen
  - Backup Ziel wählen
- Backups laufen im Hintergrund
- Bei KVM Backups wird Fortschritt und Geschwindigkeit angezeigt

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

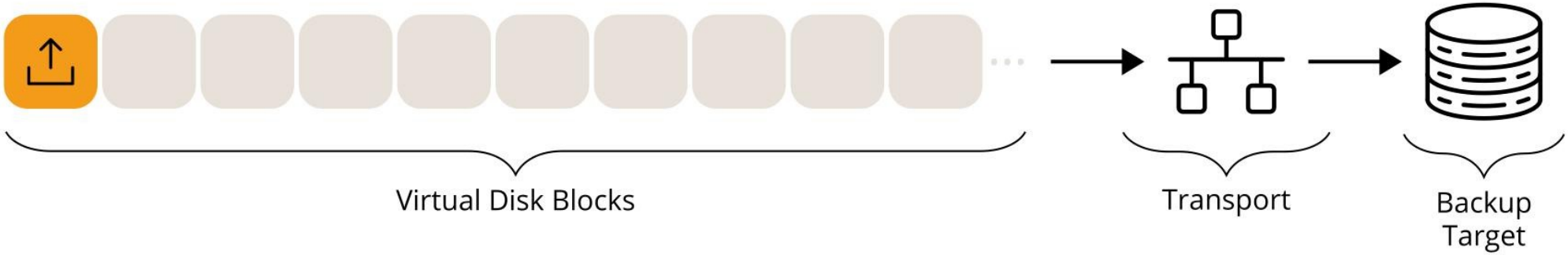
Sicherung der Gäste – Backup Modi für KVM

- KVM Backups in drei verschiedenen Modi:
  - **Stop (kurze Downtime)**
    - VM wird heruntergefahren für konsistenten Zustand
    - KVM Live Backup wird gestartet
    - KVM VM wird direkt wieder gestartet
    - Nota: LXC Container werden erst nach Abschluss des Backups gestartet
  - **Snapshot (keine Downtime, online)**
    - KVM Live Backup wird verwendet
    - LXC nimmt Storage Snapshots zur Laufzeit ohne Downtime, online. Werden jedoch mehrere Disks oder Mount Points genutzt, wird der Container angehalten um Konsistenz sicherzustellen
  - **Suspend**
    - Live rsync temporär gespeichert, dann CT eingefroren und differenz geschickt
    - Nur noch wegen Abwärtskompatibilität vorhanden.
    - Besser ist es, Snapshots zu verwenden

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

KVM Live Backup

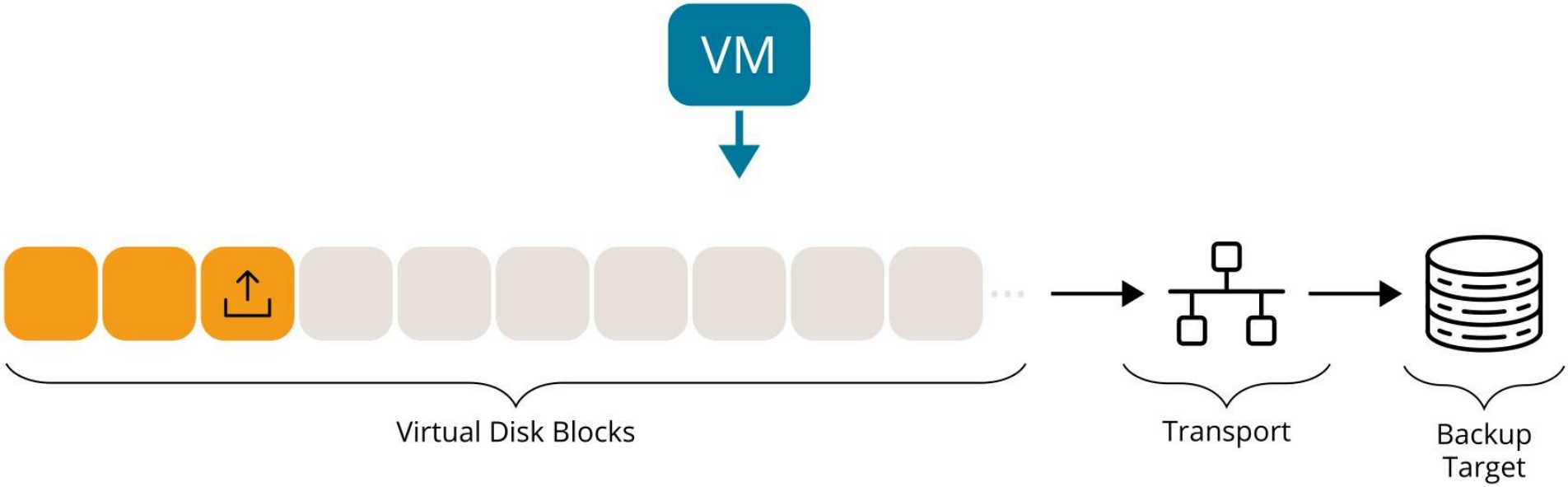
Backup startet



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

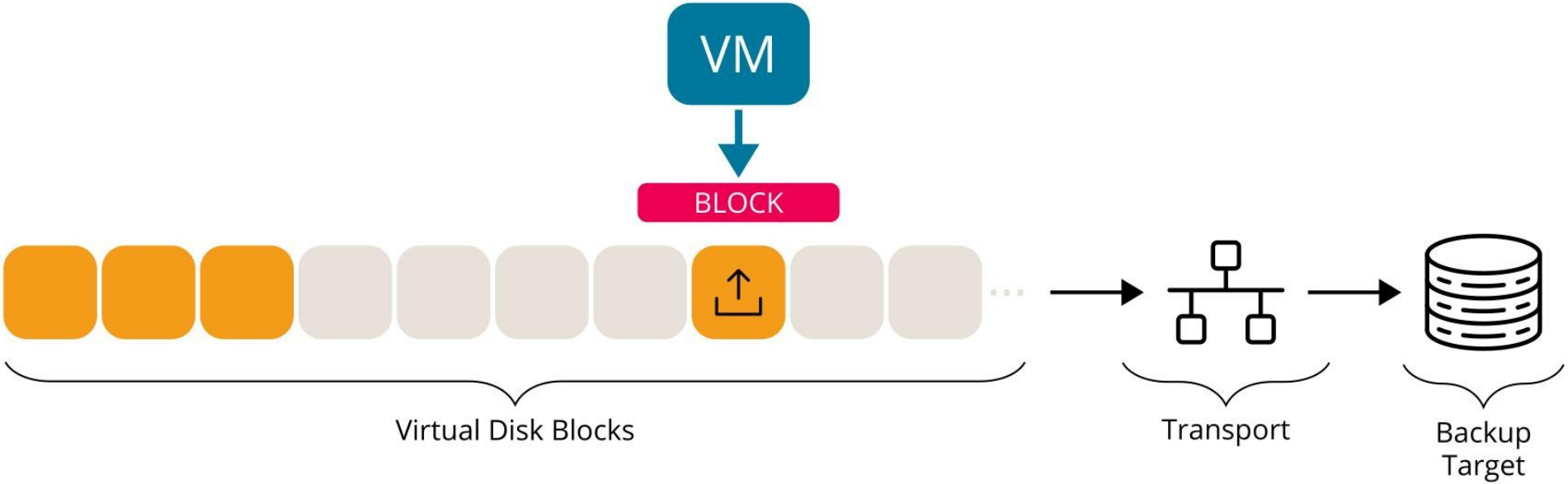
KVM Live Backup

VM möchte Daten schreiben



KVM Live Backup

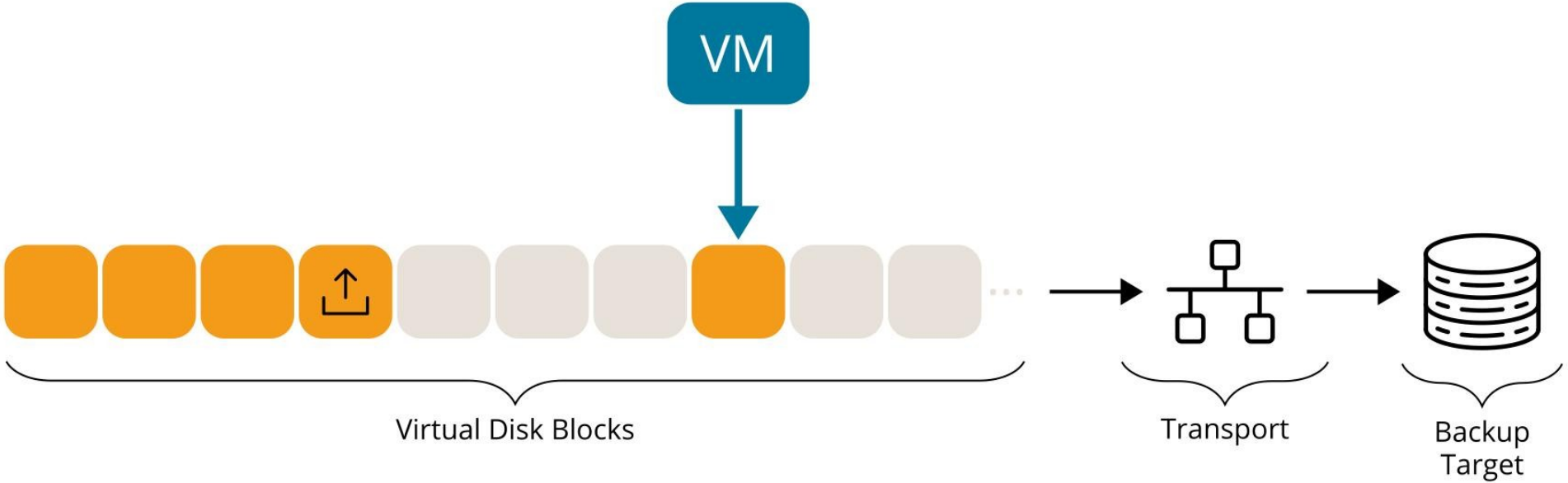
… und wird temporär geblockt → Backup des Blocks



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

KVM Live Backup

VM darf nun Daten schreiben



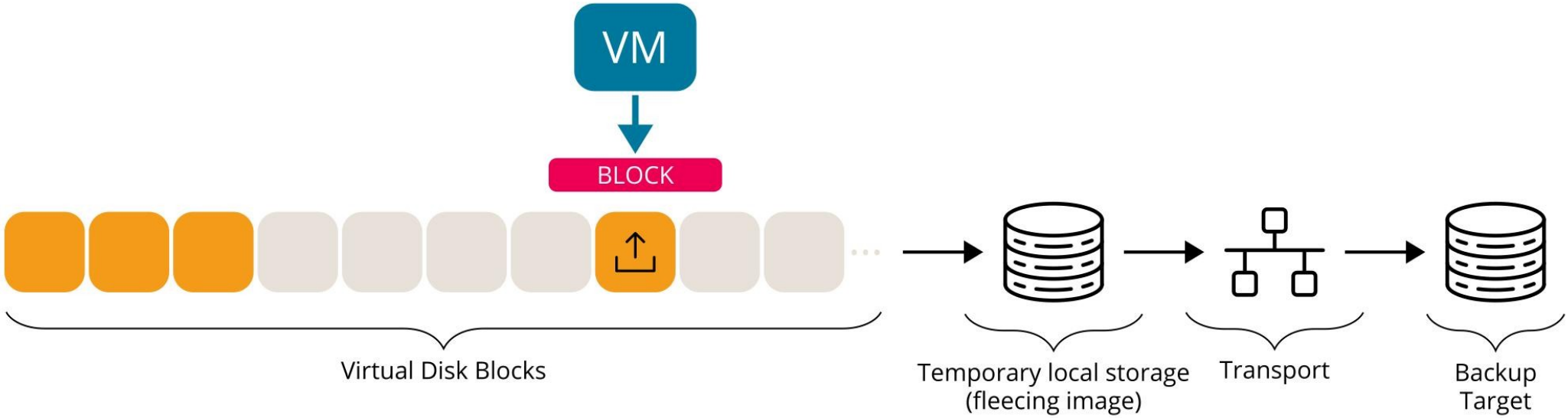
KVM Live Backup

Backup läuft normal weiter



KVM Live Backup mit Fleecing

Fleecing schreibt zunächst auf lokalen Speicher,
und überträgt dann auf Backup Ziel



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Geplante Backups

- Backups werden auf Rechenzentrumsebene geplant (Zentrale Planung an *einem* Punkt)
- Best Practice: ZSTD Komprimierung,

  es sei denn die Storage *dedupliziert* Backups
- E-Mail über Backup Status (nur bei Ausfall z.B. + benötigt MTA Konfiguration)
- Mehrere Selektionsmöglichkeiten

Zurückspielen via GUI

- Target Node benötigt Zugriff auf dem Backup Speicher
- Node für Wiederherstellung auswählen
- Backup Speicher wählen, Inhalt auswählen
- Backup für Wiederherstellung wählen
- Auf Restore klicken, die Target Storage und eine neue VM ID bestätigen
- Eine VM *nie* doppelt starten (IP Konflikte, Mount Konflikte, etc.)

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

/etc/vzdump.conf

- vzdump Default Einstellungen (pro Node)
  - Siehe „man vzdump“
- Wichtigste Einstellungen:
  - bwlimit (in KBPS)
    I/O Bandbreitenlimit (Kbytes/s) um Überlastungen zu vermeiden
  - „pigz: N“: (multithreaded gzip): N (=Anzahl der Threads)
  - „script: FILENAME“: Backup Pre-/Post-Script

Proxmox Backup Server



Proxmox Backup Server - Features

- Gute Proxmox VE Integration
- Differenzielle Backups mit *CBT/DirtyMap*
- *Clientseitige* Deduplizierung
- Lange Aufbewahrungszeiten
- *Clientseitige Verschlüsselung*
- Offsite / Air-gapped Backup, kaskadierbar, auch untrusted
- Live Restore für KVM
- Automatische Verifikation
- Ransomware Protection

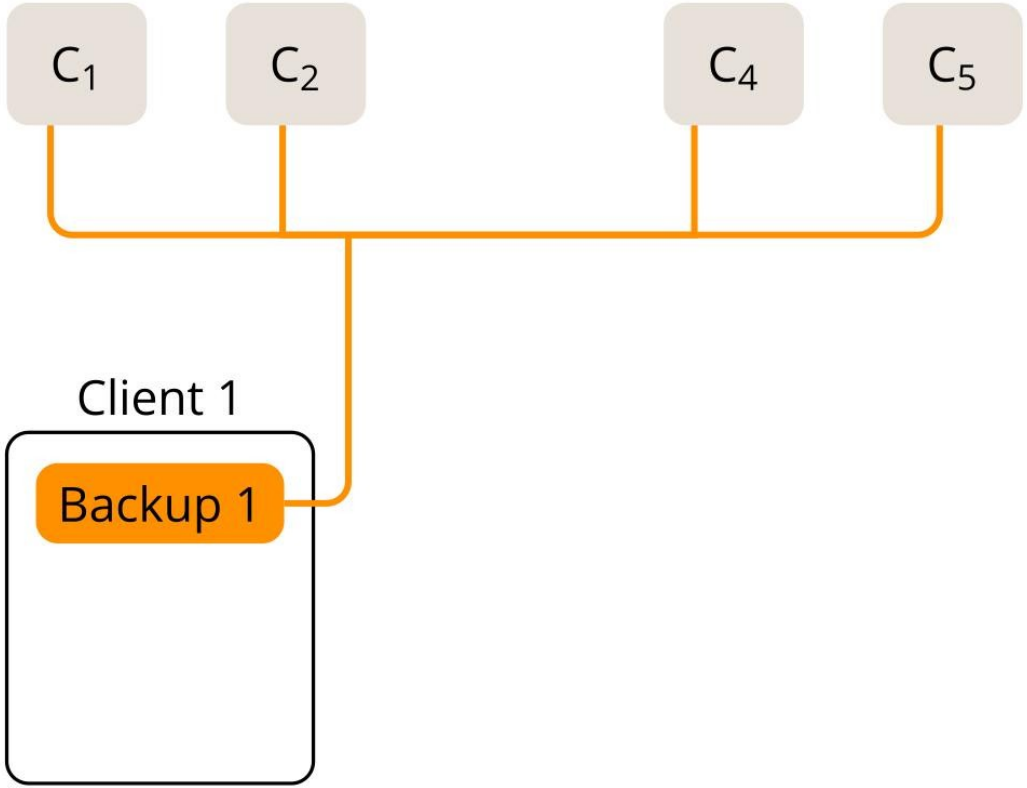
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS – Hardware Anforderungen

- 4 GB RAM
- Plus 1 GB RAM pro TB Storage bei ZFS
- 4 Cores
- SSDs oder NVMe als Backup Storage (Live Restore)
- HDDs auch möglich:
  - manche Features nicht oder nur eingeschränkt nutzbar
  - kann mit „ZFS Special Device Mirrors“ beschleunigt werden

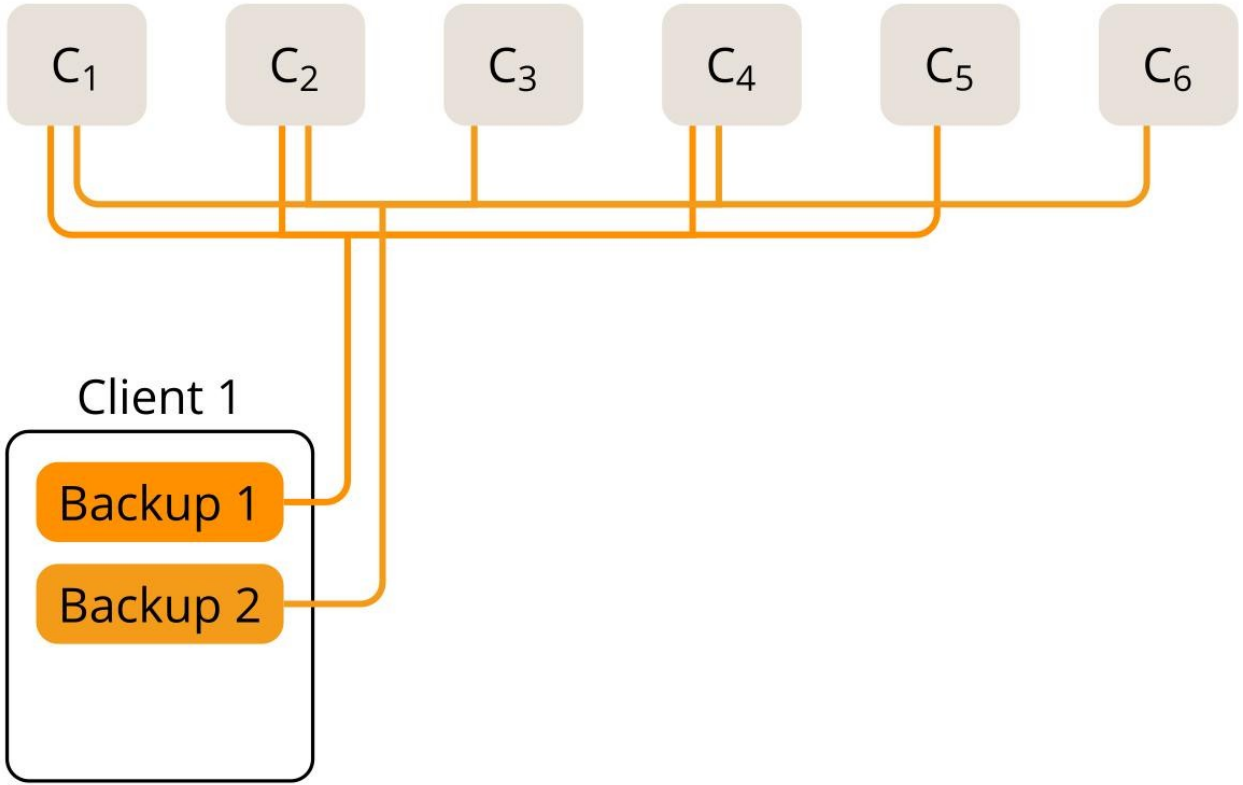
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS: Chunk Deduplication



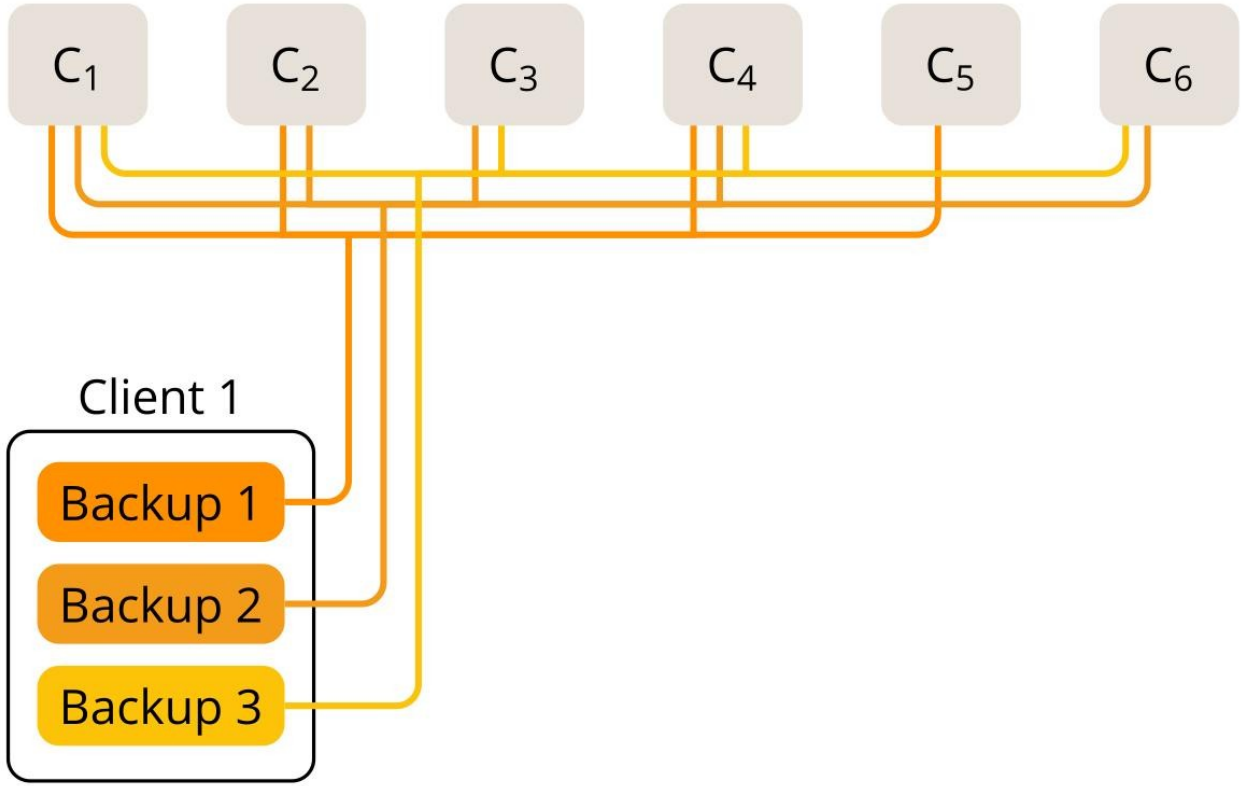
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS: Chunk Deduplication



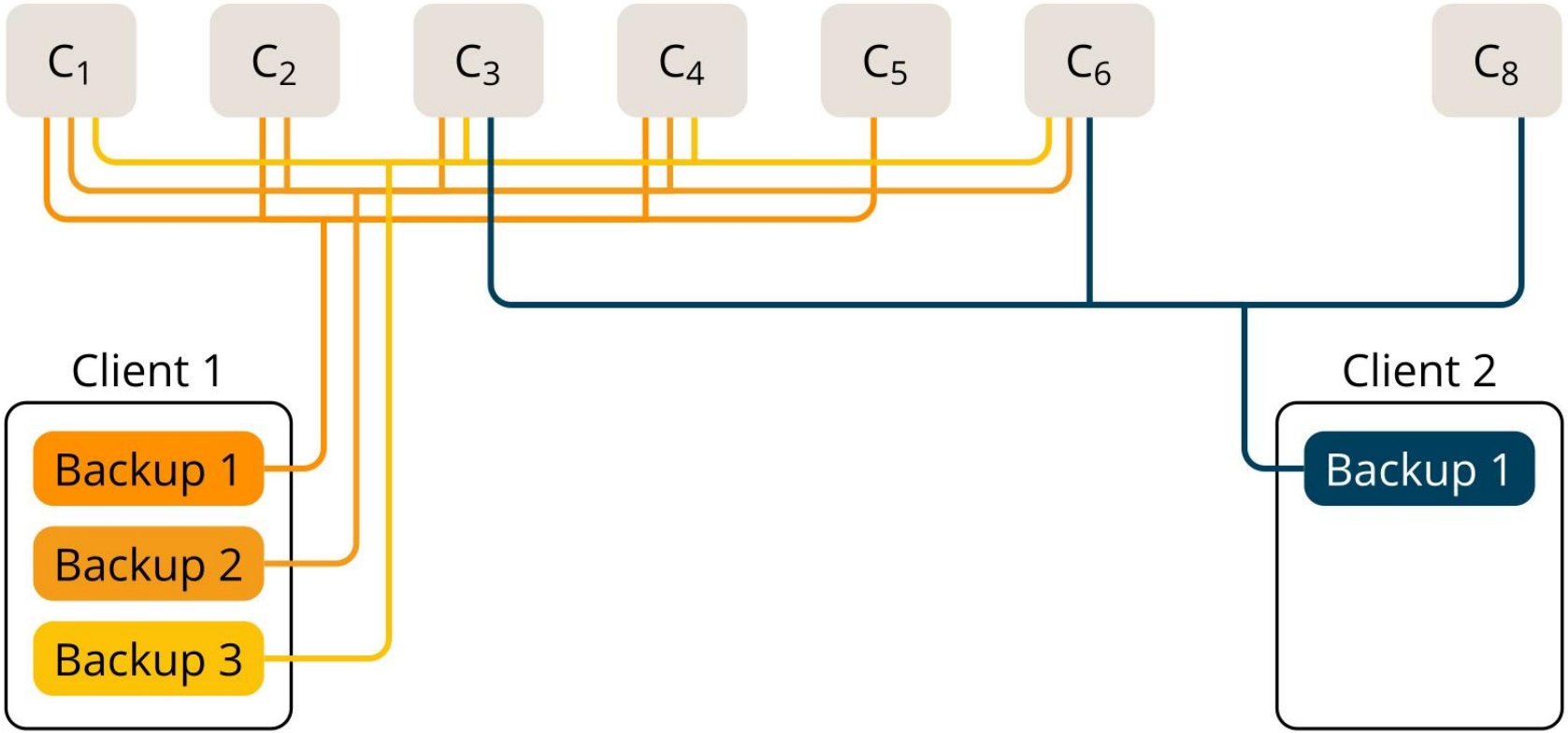
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS: Chunk Deduplication



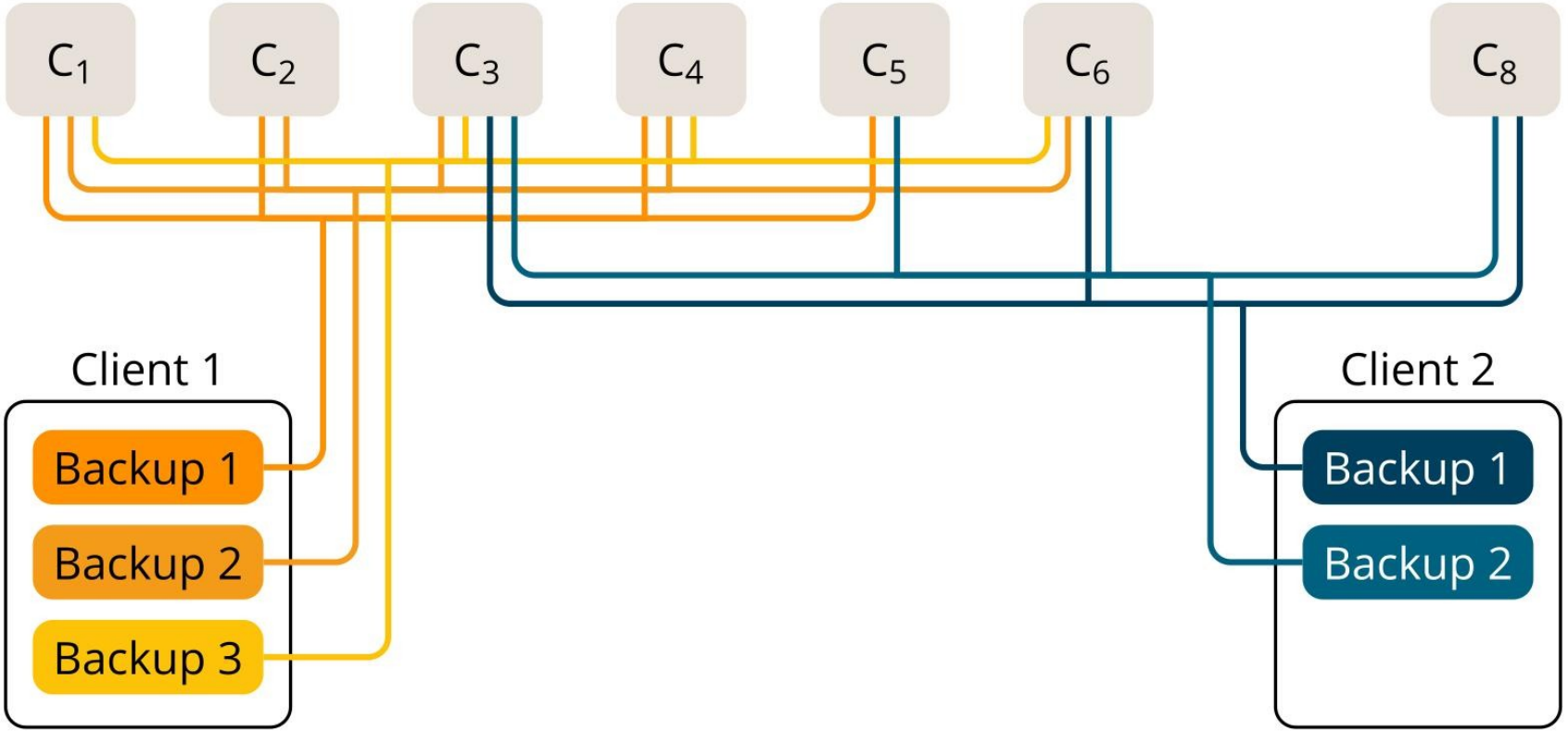
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS: Chunk Deduplication



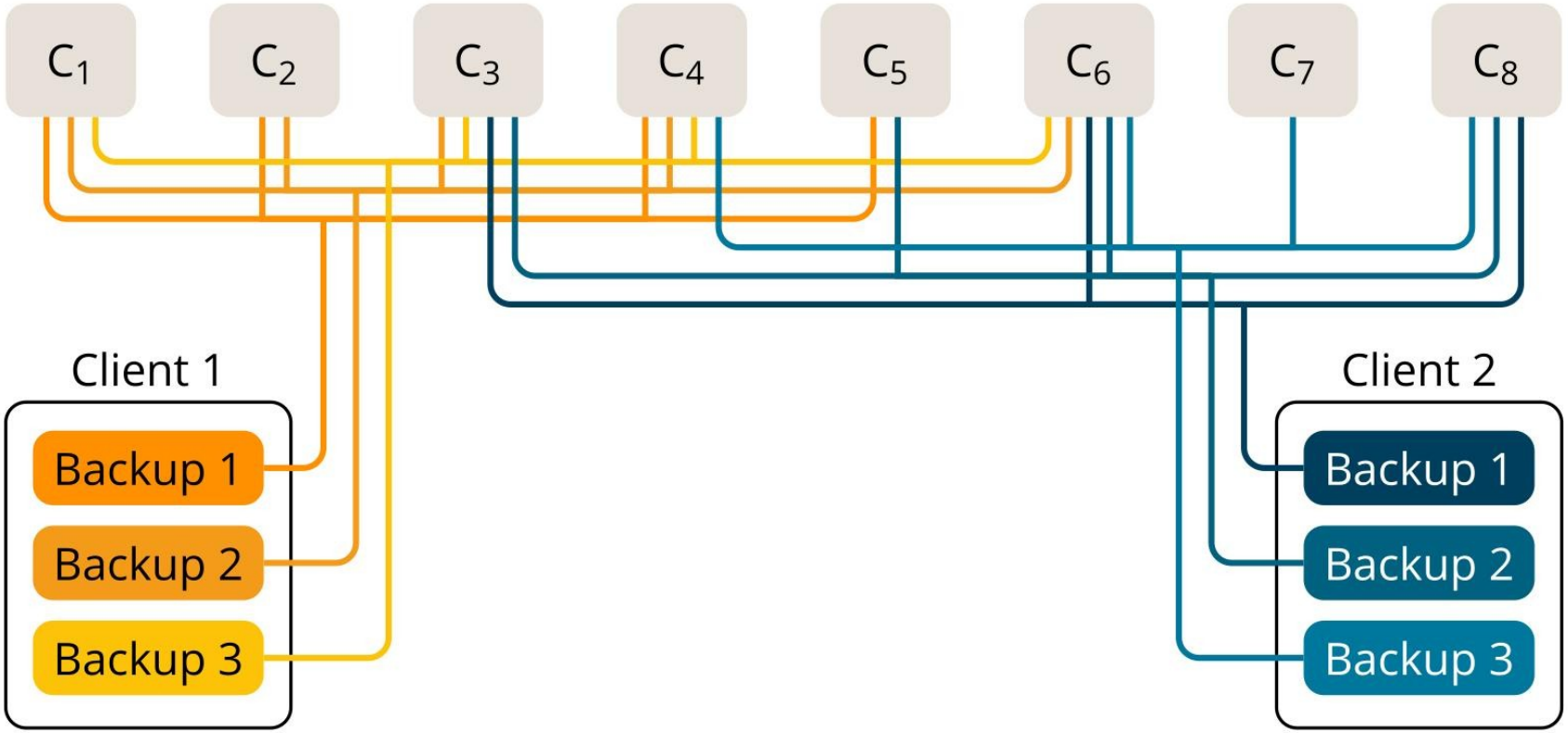
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS: Chunk Deduplication



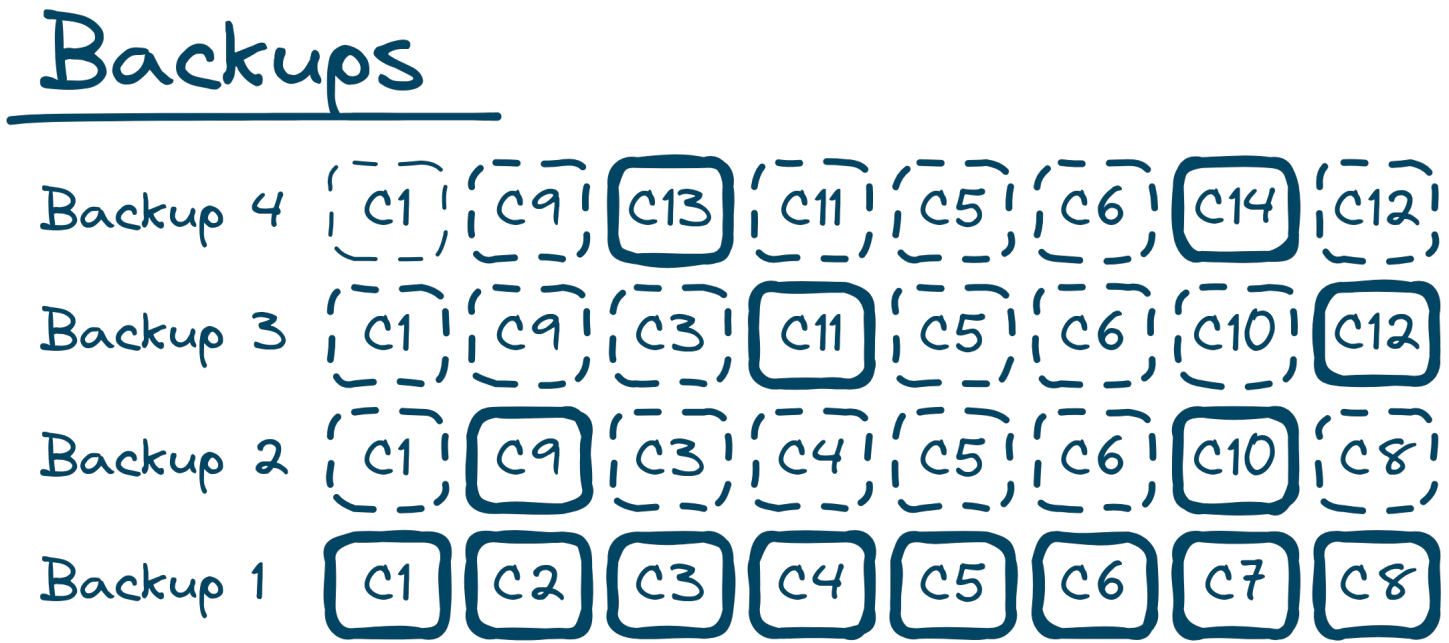
© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS: Chunk Deduplication



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS Backup Chunk Deduplication



© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Proxmox Backup Server - Installation

- ISO Installation auf separate Hardware
- Paketinstallation auf vorhandenen Proxmox VE möglich

- Als VM / Container?
  → Technisch möglich, aber nicht empfohlen (*vermeiden*)

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS Best Practice 1 (Betrieb)

- Lokaler Speicher ist *immer* besser als entfernter Speicher
- Installation auf eigene Hardware ist weitaus besser als VM
- RAID Controller oder HBA?
  - Wenn RAID Controller → LVM + ext4/xfs
  - Wenn HBA → ZFS

  Nie anders herum!

- Bei HBA + ZFS + HDDs → ZFS Special Device verwenden
- Niemals filesystem access time (`*atime*`) deaktivieren
- Automatische Verifikation einrichten
- Air-gapped Backup nutzen wenn möglich (PBS Replikation)

PBS Best Practice 2 (Sicherheit)

- Eigenen *Backup Benutzer* anlegen
  für Logins auf der Web GUI des PBS
- API Token unter Benutzer anlegen
  für Backup/Restore Jobs auf PVE Servern/Clustern
- Berechtigungen so weit einschränken wie möglich
  Rolle `*DatastoreBackup*` (nur Backup und Restore *eigener* Backups, keine Modifikation/Löschen möglich)
  Berechtigung *nur* auf den benötigten Datastore oder Namespace setzen

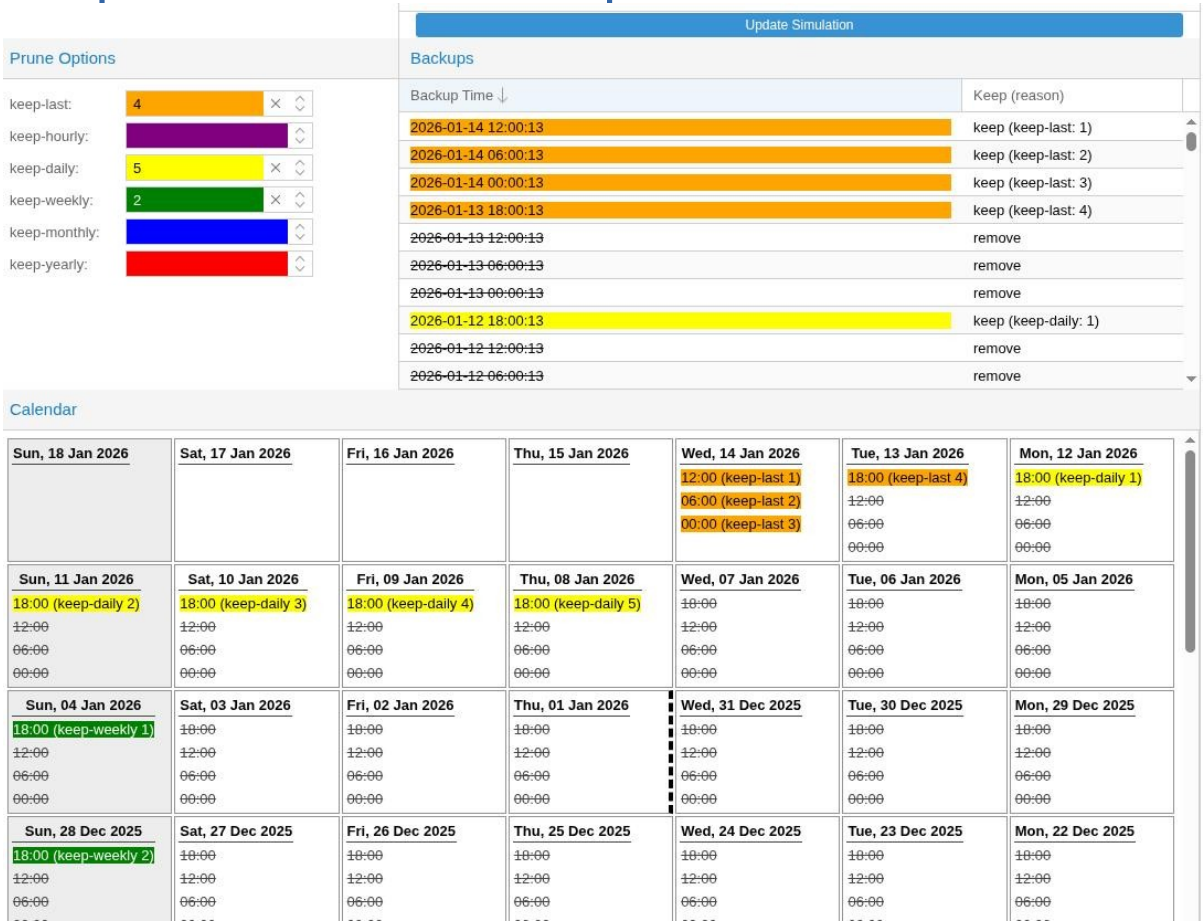
PBS Best Practice 3 (Datastores)

- Ein Datastore:
  - Kann *mehrere* Namespaces haben
  - Ist die Basis der Deduplizierung
- Einen *eigenen* Datastore oder eigenen Namespace pro Server oder Cluster verwenden (doppelte VMIDs vermeiden)
- Idealerweise: NVMe/SSD Storage
- HDDs mit Special Device VDEVs ausstatten
- Auf ZFS Systemen >15 Storage Devices besser dRAID statt RAIDz verwenden

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

PBS Tipp: Prune Simulator

https://pbs.proxmox.com/docs/prune-simulator/index.html



Optionale Themen
Deployment & Management



Storage Benchmark

- In vielen Virtualisierungsumgebungen ist *Storage* das Bottleneck !
- Einfache Tools für Benchmarks:
  - pveperf /var/lib/vz
  - fio, dbench, bonnie++, ...
  - LVM: dd and pv

```
#   dd if=/dev/mapper/pve-swap bs=256k | pv -bretp | dd of=/dev/null bs=256k
```

- Phoronix Test Suite (Linux)
- Innerhalb Windows VM: CrystalDiskMark

© inett GmbH -- info@inett.de -- www.inett.de

Andere Benchmarks :

- Netzwerk
  - Best Practice: iperf3
    (verfügbar für viele Plattformen, inklusive Windows)
- Phoronix Test Suite:
  - Läuft auf Proxmox VE Host und in KVM VM und LXC Container
  - Beispiel:

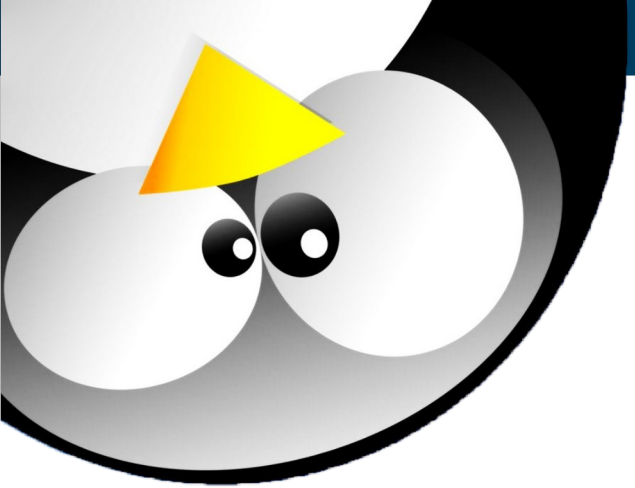
```
# phoronix-test-suite benchmark build-linux-kernel
```

inett

Fragen?

und Antworten...





inett

Vielen Dank :-)

Und bitte das Feedback nicht vergessen...