

Beratung und Support
Technische Plattform
Support-Netz-Portal

paedML® – stabil und zuverlässig vernetzen

Anleitung

Hardwareanforderungen

Stand 26.05.2017

paedML® Linux

Version: 6.0 / 7.0

paedML® für Grundschulen

Version: 6.0 / 7.0

Impressum

Herausgeber

Landesmedienzentrum Baden-Württemberg (LMZ)
Support-Netz
Rotenbergstraße 111
70190 Stuttgart

Autoren

der Zentralen Expertengruppe Netze (ZEN),
Support-Netz, LMZ

Michael Salm
Roland Walter
Kay Höllwarth
Udo Kleeberg

Endredaktion

Support-Netz

Bildnachweis Symbole Titelseite

CC By 3.0 US von Gregor Cresnar, The Noun Project

Weitere Informationen

www.support-netz.de
www.lmz-bw.de

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Veröffentlicht: 2017

Die Nutzung dieses Handbuches ist ausschließlich für eigene Zwecke zulässig. Die Nutzung sowie die Weitergabe dieses Handbuches zu kommerziellen Zwecken wie z.B. Schulungen ist nur nach ausdrücklicher Einwilligung durch das LMZ erlaubt.

© Landesmedienzentrum Baden-Württemberg

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkung	5
2.	Hardwarevoraussetzungen	6
2.1	Prozessor	6
2.2	Arbeitsspeicher	6
2.3	Netzwerkadapter	6
2.4	Datenspeicher	8
2.5	Management-Arbeitsstation.....	10
2.6	Beispiel-Konfigurationen für unterschiedliche Netzwerkgrößen	11
2.7	Clients	12
2.8	Optional: Dediziertes Gerät für Vollbackup	13
3.	Softwarevoraussetzungen	13
3.1	Hypervisor VMware vSphere ESXi	13
3.2	VMware vSphere Client / VMware Host Client	13
3.3	Backup-Software	14

Vorwort

Die folgenden Ausführungen wurden nach bestem Wissensstand ausgearbeitet. Sie entsprechen dem zum Zeitpunkt der Erstellung gegebenen Stand der Technik. Irrtümer und Änderungen sind vorbehalten. Die vorliegende Anleitung schließt die *paedML für Grundschulen* mit ein, da Sie auf der *paedML Linux* basiert. Die *paedML für Grundschulen* wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht immer zusätzlich genannt.

Dieses Dokument soll eine Orientierung bei der Neuanschaffung von Hardware bieten. Wenn Sie aktuell neue Hardware für Ihr Schulnetz beschaffen wollen, so empfehlen wir Ihnen das Thema „*Virtualisierung*“ mit in Ihre Überlegungen einzubeziehen. Alle künftigen Versionen der *paedML Linux* werden virtualisiert ausgeliefert. Im Folgenden finden Sie Anregungen hierzu.

Wir empfehlen dringend, sich vor Beschaffung von Hardware von einem qualifizierten Computer-Fachbetrieb ausführlich beraten zu lassen und weisen ausdrücklich darauf hin, dass für eine mit der *paedML* funktionierende Hardware grundsätzlich der entsprechende Dienstleister vor Ort verantwortlich ist.



Dieses Dokument beschreibt die Hardware-Anforderungen der *paedML Linux* und der *paedML für Grundschulen*.

Sofern Sie Ihr System neu aufsetzen und Investitionen tätigen müssen, empfehlen wir Ihnen, diese gleich mit Blick in die Zukunft vorzunehmen und Ihr System skalierbar – also mit der Möglichkeit Hardwarekomponenten zu erweitern – zu beschaffen.

1. Vorbemerkung

Aktuell setzen wir in den Installationsumgebungen unserer Hotline-Mitarbeiter und unserer Entwickler Produkte der Firma VMware ein. Als Virtualisierungsschicht arbeitet auf diesen Servern *VMware ESXi*. Die Verwaltung der *ESXi*-Server erfolgt mittels *VMware vSphere-Client* oder *Host-Client*. Hierüber können virtuelle Maschinen angelegt und bedient werden.

Viele Händler haben Erfahrung mit der Installation von VMware ESXi und bieten hierfür den entsprechenden Support an, den Ihre Schule in Anspruch nehmen sollte, denn einige Voraussetzungen sind im schulischen Umfeld mit der *paedML Linux* und der *paedML für Grundschulen* zu beachten.



Die Hotline des Support-Netzes des *LMZ* stellt zurzeit **keinen Support** für die Servervirtualisierungsschicht zur Verfügung. Sie bietet lediglich Support für die in der virtuellen Umgebung laufenden *paedML Linux* und *paedML für Grundschulen*.

Hinweis zur Hardware und technischen Voraussetzungen:

Die verwendete Hardware sollte ESXi-zertifiziert sein. VMware bietet eine Hardware Compatibility List (HCL) an. Diese ist zu finden unter

<http://www.vmware.com/guides.html>

bzw.

<http://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php>

Sie können auch mithilfe einer Suchmaschine durch Eingabe der Suchbegriffe „*vmware hcl*“ fündig werden.

2. Hardwarevoraussetzungen

Die im Folgenden genannten Hardwarevoraussetzungen sind für die *paedML Linux* und die *paedML für Grundschulen* formuliert. Im Sinne der Investitionssicherheit sollten Sie die genannten Anforderungen erfüllen bzw. auf die spätere Erweiterbarkeit des Servers achten. So sollten am Server genügend freie Festplatteneinschübe vorhanden sein. Das Mainboard sollte freie Arbeitsspeichersteckplätze aufweisen und gegebenenfalls sogar freie Sockel für weitere Prozessoren zur Verfügung stellen.

2.1 Prozessor

Es ist zu beachten, dass *VMware ESXi* einen **64-Bit Prozessor** voraussetzt. Je nach Clientanzahl empfiehlt sich der Einsatz von modernen, leistungsstarken Server-Mehrkern-Prozessoren¹, welche die aktuellen Virtualisierungserweiterungen unterstützen. Ein Mehr-Socket-Server, der zunächst nur mit einem Prozessor bestückt ist, stellt im Moment die beste Basis dar². Für kleinere Netzwerke, wie beispielsweise an Grundschulen, ist auch ein Ein-Socket-Server ausreichend.

2.2 Arbeitsspeicher

Der Arbeitsspeicher (RAM) sollte großzügig bemessen sein. Rechnen Sie am besten die Anzahl der zu virtualisierenden Maschinen und deren Hauptspeicherbedarf zusammen (vgl. Kapitel 2.6 auf Seite 11) plus 2 zusätzliche GB für den Host, **mindestens jedoch 32 GB**.

2.3 Netzwerkkadpter

Es müssen **mindestens zwei Netzwerkkadpter**^{3,4} vorhanden sein. Diese sind für folgende Aufgaben vorgesehen:

1. *Der erste Netzwerkkadpter* stellt die Verbindung zum Internet her.
2. *Der zweite Netzwerkkadpter* ist mit dem pädagogischen Schulnetzwerk verbunden.
3. *Optional: Der dritte Netzwerkkadpter* ist für das Gäste-Netzwerk vorgesehen (z.B. WLAN).
4. *Optional: Der vierte Netzwerkkadpter* wird für das Management-Netzwerk des *ESXi* benötigt. Das Management-Netzwerk kann aber auch über einen der Adapter 1-3 umgesetzt werden.

Seitens des Support-Netzes sind keine weiteren Dienste für den Server vorgesehen. Sofern Sie weitere virtuelle Maschinen betreiben wollen, müssen Sie gegebenenfalls mehr Netzwerkkadpter einplanen. Im

¹ Mindestens vier Prozessorkerne, besser sechs oder mehr

² Beachten Sie bitte, dass die aktuelle kostenfreie Version des VMware-Hypervisors nur den Betrieb eines Prozessors unterstützt. Ein Mehr-Socket-System, welches zunächst nur mit einem Prozessor bestückt ist, kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt mit der kostenfreien Version betrieben werden, bietet gleichzeitig aber den Vorteil, später erweitert werden zu können. Im Erweiterungsfall wird die kostenpflichtige Version des VMware-Hypervisors benötigt.

³ Für das Management-Netzwerk des ESXi wird aus Sicherheitsgründen empfohlen, einen separaten Netzwerkkadpter zu verwenden. Damit sind Host und Gäste sauber voneinander getrennt.

⁴ Weiterhin kann es für zukünftige Versionen der *paedML* sinnvoll sein, weitere Netzwerkkadpter bereitzustellen, z.B. für eine DMZ.

Allgemeinen ist es sinnvoll, bei der Hardwarebeschaffung auf Skalierbarkeit zu achten – auch in Hinsicht auf die Ausstattung des Netzwerkes.

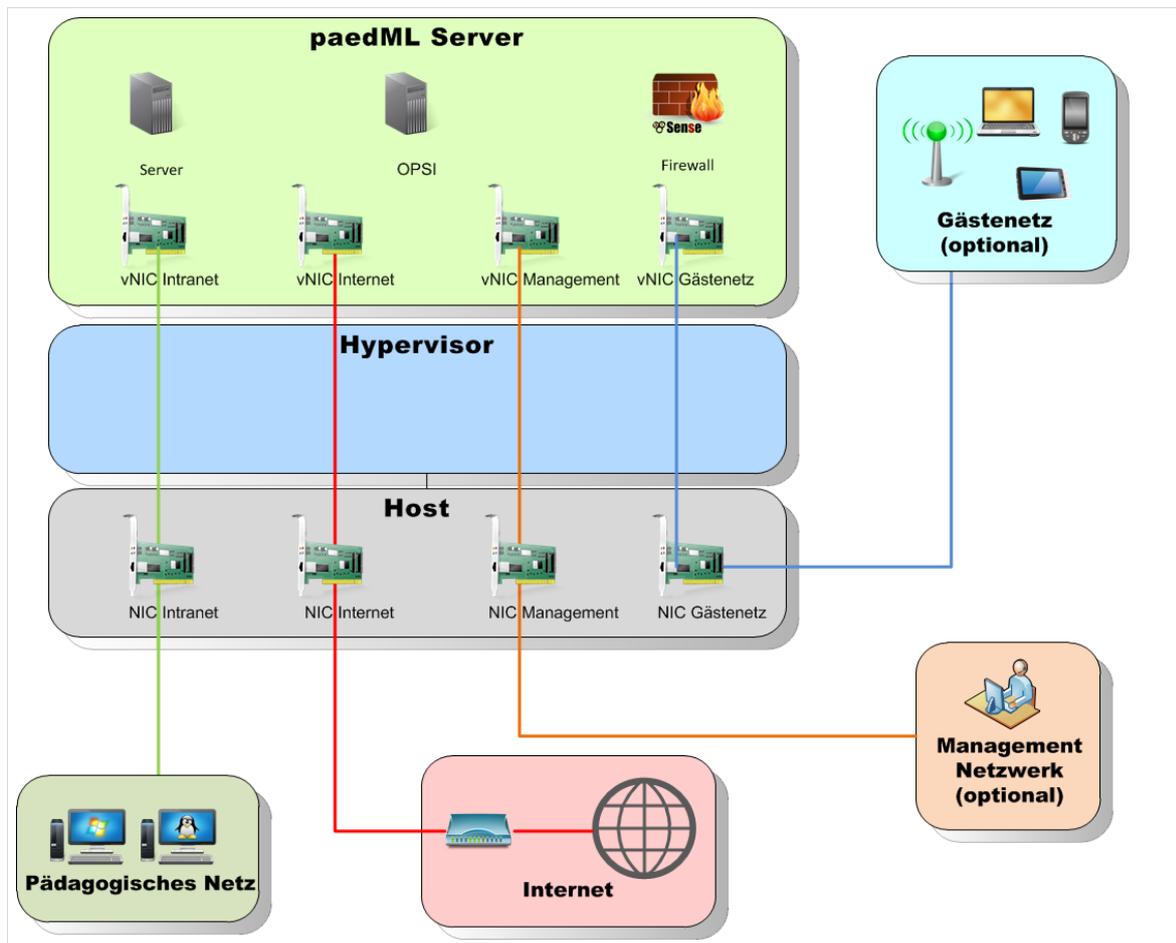


Abb. 1: schematische Übersicht über das paedML Linux Netzwerk mit seinen virtualisierten Servern

Die schematische Darstellung zeigt das Netzwerk der *paedML Linux*. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf Netzwerkkomponenten wie Switches verzichtet. Das Management-Netzwerk muss auf jeden Fall integriert werden, um den *ESXI*-Host zu verwalten. Eine Umsetzung über ein dediziertes Management-Netzwerk, mit eigener Netzwerkkarte am Server, ist optional.

In der Virtualisierungsschicht (grün) befinden sich die *paedML* Server, deren virtuelle Netzwerkkarten über virtuelle Switches („v-Switches“) auf physikalische Netzwerkkarten auf der Hardwareebene (grau) des Virtualisierungsservers verweisen. Zwischen der Hardwareebene und den virtuellen Maschinen liegt der Hypervisor (blau), der auch als „Virtualisierungsschicht“ bezeichnet wird. Im Fall der *paedML* handelt es sich hierbei um *VMware*-Produkte.

2.4 Datenspeicher

Die größten Engpässe in der Virtualisierung sind mittlerweile nicht mehr die Prozessoren oder der Arbeitsspeicher. Ein besonderes Augenmerk sollte bei der Beschaffung des Servers auf dem Speichersubsystem liegen.

Es gibt verschiedene Schnittstellen zum Anschluss von Datenspeichern, sowie unterschiedliche Datenspeichertypen. Es stehen Ihnen verschiedene Optionen zur Verfügung, beispielsweise:

- Nearline-SAS oder Midline-SAS
- SATA
- SAS⁵
- Enterprise SSD

Die Technologiearten sind unterschiedlich leistungsstark und entsprechend unterschiedlich teuer. Lassen Sie sich von Ihrem Händler hinsichtlich der nötigen I/O-Performance beraten.

Es wird empfohlen, dass der Server zwei (oder mehr) Datenspeicher („Datastores“) besitzt: einen Datenspeicher für das *ESXi*-Betriebssystem und einen für die virtuellen *paedML Linux*-Server (und ggf. weitere virtuelle Maschinen).

Hinweis:

Für den Betrieb der über das *LMZ* beziehbaren virtuellen Version der *paedML Linux* benötigen Sie **mindestens 1000 GB Speicherplatz**⁶ auf dem für die virtuellen Maschinen vorgesehenen Datenspeicher. Wenn Sie vorhaben weitere virtualisierte Maschinen aufzunehmen, benötigen Sie entsprechend mehr Speicherplatz.

Der physikalische Ausbau der Datenspeicher könnte z.B. so erfolgen:

- Eine Festplatte als kleiner Datenspeicher für den Host und eine weitere als großer Datenspeicher für virtuelle Maschinen: In dieser Konfiguration würde die Installation des *ESXi* auf dem kleinen Datenspeicher durchgeführt werden.
- Ein RAID 1-Datenspeicher für den Host und RAID 5-Datenspeicher für virtuelle Maschinen: Die Konfiguration ist ähnlich wie die Erste. Durch RAID 1 bzw. 5 erreicht man jedoch zusätzliche Datensicherheit.

⁵ Ein Server mit Hypervisor, der vier oder fünf virtuelle Maschinen beherbergt, steht unter starker I/O-Last. SATA-Festplatten werden in der Regel die vielen gleichzeitigen Lese- und Schreibforderungen nicht erfüllen können. Ideal wäre natürlich ein SAN (Storage Area Network). Dieses wird aber in den meisten Fällen nicht finanzierbar sein.

⁶ Die virtualisierten *paedML* Server sind 180 GB und 250 GB groß. Hinzu kommen die virtualisierte Firewall mit 10 GB und eine Maschine „AdminVM“ mit 100 GB. Auf dem pädagogischen Server sind 99 GB für das Homeverzeichnis, in dem die Benutzerdaten abgelegt werden, allokiert. Wenn Sie mehr Platz für die Daten Ihrer Nutzer benötigen, müssen Sie die Platte entsprechend größer dimensionieren und – wie im Administratorhandbuch beschrieben – das Homeverzeichnis vergrößern. Der restliche Speicherplatz ist als Puffer vorgesehen (z.B. für die Erstellung von Snapshots der virtuellen Maschinen).

- Den Host auf einem USB-Stick oder einer SD-Karte und virtuelle Maschinen auf einem großen RAID-Datenspeicher: In dieser Konfiguration hätten Sie alle Festplatten für virtuelle Maschinen zur Verfügung. Diese Konfiguration kann im Vergleich zu den beiden oben beschriebenen Konfigurationen mehr Performance einbringen. Denn grundsätzlich gilt: Je mehr Spindeln (Datenträger, Festplatten), desto höher die Leistung.

Tipps:

- Wenn Sie sich für einen USB-Stick oder eine SD-Karte als Boot- und System-Partition entscheiden, empfiehlt es sich, nach der Konfiguration des Hosts ein Image des USB-Sticks zu erstellen. Dadurch haben Sie ein Ersatzlaufwerk, das in einem Notfall eingesetzt werden kann.
- Entscheiden Sie sich für einen RAID-Controller, der die Hot-Spare-Funktion beherrscht. Dadurch ist es gewährleistet, dass in Falle eines Defekts einer Festplatte ein automatischer Rebuild-Vorgang angestoßen werden kann. Die Hot-Spare-Funktion ist besonders wichtig für RAID 5. RAID 5 hält nur den Ausfall einer einzigen Festplatte ohne Datenverlust aus.
- Wenn Sie sich für einen großen Datenspeicher in RAID 5-Verbund entscheiden, achten Sie immer darauf, dass die Gesamtkapazität der Festplatten nach der folgenden Formel berechnet wird:

$$(n - 1) \times (\text{kleinste Kapazität aller Festplatten})$$

n steht dabei für die Anzahl der Festplatten;

$(n - 1)$ für die Anzahl der Festplatten, die zur Speicherung der Nutzdaten genutzt werden.

Diese Zahl $(n - 1)$ sollte nach Möglichkeit eine gerade Zahl sein. Eine ungerade Zahl führt häufig zum sogenannten *Write-Penalty* – in diesem Fall finden immer zwei Schreibvorgänge statt, was zu einem spürbaren Leistungsverlust führt. Ideal wäre sogar, wenn Folgendes gilt:

$$(n - 1) = 2m$$

Beispiel: Sie möchten ein RAID 5 mit insgesamt 2 TB und einer Hot-Spare-Festplatte erstellen. Möglich wären dann folgende Kombinationen:

- 3 Festplatten à 1 TB + 1 Hot-Spare = 4 Festplatten à 1 TB
- 5 Festplatten à 500 GB + 1 Hot-Spare = 6 Festplatten à 500 GB

2.5 Management-Arbeitsstation

Bitte beachten Sie, dass die Management-Arbeitsstation nicht die *AdminVM* ist und diese auch nicht ersetzen kann. Weitere Informationen zu den Geräten und deren Aufgaben in der *paedML Linux* finden Sie im Administratorhandbuch in Kapitel 1.1.

Achten Sie zudem darauf, dass die eingesetzten Hardwarekomponenten für den Dauereinsatz konzipiert sind.

VMware empfiehlt folgende Mindestanforderungen an die Hardware der Management-Arbeitsstation für eine Bereitstellung und Verwaltung von bis zu 50 Hosts und 500 eingeschalteten virtuellen Maschinen⁷.

Hardware	Empfohlene Anforderungen
CPU	1 CPU mit min. zwei Kernen
Prozessor-Takt	2 GHz
Arbeitsspeicher	Min. 4 GB
Festplattenspeicher	Min. 2 GB freie Speicherkapazität
Netzwerk	Gigabit-Verbindung zum ESXi-Host

Auf dieser Arbeitsstation muss als Betriebssystem *Windows 7* 64-Bit⁸ oder höher installiert sein.

Wenn Sie den vSphere-Host-Client einsetzen (ab ESXi 6.0 möglich), der browserbasiert läuft, kann theoretisch jedes Gerät mit einem Webbrowser verwendet werden.

Unterstützte Browser	Mac OS	Windows	Linux
Google Chrome	25+	25+	25+
Mozilla Firefox	20+	15+	15+
Internet Explorer	-	10+	-
Safari	5.1+	5.1+	-

⁷ Weitere Details erfahren Sie unter <http://pubs.vmware.com/vsphere-51/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vsphere.install.doc%2FGUID-67C4D2A0-10F7-4158-A249-D1B7D7B3BC99.html>

⁸ Falls über diesen Rechner die Aktivierung der Windows-Rechner im Netzwerk durchgeführt werden soll, muss Windows 7 64-Bit oder höher installiert sein.

2.6 Beispiel-Konfigurationen für unterschiedliche Netzwerkgrößen

Die Anforderungen an die virtuellen Maschinen und den Server sind unter anderem abhängig von der Anzahl der Clients. In der folgenden Tabelle sind Beispiel-Konfigurationen aufgelistet, die sich an praxiserprobten Installationen der *paedML Linux* orientieren.

Anzahl Clients	ESXi-Host	VM Server	VM OPSI	VM Firewall	Admin-VM
20	1 physikalische CPU min. 4 Kerne min. 32 GB RAM	8 GB RAM 2 virtuelle CPUs	4 GB RAM 2 virtuelle CPUs	1 GB RAM 2 virtuelle CPUs	2 GB RAM 2 virtuelle CPUs
50	1 physikalische CPU min. 4 Kerne min. 32 GB RAM	12 GB RAM 4 virtuelle CPUs	6 GB RAM 2 virtuelle CPUs	1 GB RAM 2 virtuelle CPUs	2 GB RAM 2 virtuelle CPUs
100	1 physikalische CPU 4 bis 8 Kerne min. 32 GB RAM	16 GB RAM 4 virtuelle CPUs	8 GB RAM 2 virtuelle CPUs	1 GB RAM 2 virtuelle CPUs	2 GB RAM 2 virtuelle CPUs
200 und mehr	min. 1 physikalische CPU min. 8 Kerne min. 64 bis 96 GB RAM	32 - 48 GB RAM 4 - 8 virtuelle CPUs	16 - 24 GB RAM 2 - 6 virtuelle CPUs	4 GB RAM 2 – 4 virtuelle CPUs	2 GB RAM 2 virtuelle CPUs

2.7 Clients

Generell gilt:

- Jede Hardware sollte vor der Beschaffung auf die Lauffähigkeit in der *paedML* getestet werden.
- Es wird immer Komponenten geben, die gar nicht oder nur teilweise in einem *paedML*-Netz betrieben werden können. Da der Hardwaremarkt heterogen ist und es keine verbindlichen Standards gibt, kann es zu Problemen mit der Kompatibilität kommen.
- Alte Hardware kann ebenfalls zu Problemen führen, sei es, dass die Leistungsfähigkeit der Geräte an ihre Grenzen kommt, oder dass aktuelle *paedML*-Komponenten nicht unterstützt werden.
- Als Betriebssystem empfehlen wir Windows 10 Education. Dabei sind die Hardwareanforderungen zu beachten.⁹

Hardware	Empfohlene Anforderungen
CPU	1 CPU mit zwei Kernen (vier empfohlen)
Prozessor-Takt	Min. 1,5 GHz (2 GHz empfohlen)
Arbeitsspeicher	Min. 4 GB, abhängig von Anforderungen im Unterricht (Grafikbearbeitung, CAD,...)
Festplattenspeicher	Min. 128 GB Speicherkapazität (250 GB empfohlen) Kleinere Festplatten bieten u.U. nicht genügend Platz für lokale Images Windows benötigt mit der Zeit viel Platz
Netzwerkkarte	PXE fähig Min. 100 Mbit fähig (empfohlen Gbit fähig) Intel oder Realtek empfohlen
Grafikkarte	DirektX 9 fähig mit WDDM 1.0 Treiber
Monitor	Min. Auflösung 1366 x 768 (720p), 1680 x 1050 oder höher empfohlen
Drucker	Netzwerkfähig PCL/Postscriptfähig netzwerkfähiger Treiber Hinweis: Testen Sie vor dem Kauf , ob Sie die Druckertreiber in die Druckverwaltung einbinden können (siehe Kapitel 6.5 im Administratorhandbuch). Dies ist die Voraussetzung für den uneingeschränkten Einsatz von Druckern in der <i>paedML Linux</i> und der <i>paedML für Grundschulen</i> .

⁹ Details finden Sie unter: <https://msdn.microsoft.com/windows/hardware/commercialize/design/minimum/minimum-hardware-requirements-overview>

2.8 Optional: Dediziertes Gerät für Vollbackup

Wir empfehlen die regelmäßige Sicherung der virtuellen Maschinen. Beachten Sie dazu bitte die Anforderungen der entsprechenden Backuplösung. Eine Möglichkeit Vollbackups zu erstellen ist „Veeam Backup“. Beachten Sie bitte die Systemvoraussetzungen von „Veeam Backup & Replication Console“¹⁰. Wir empfehlen Sie Installation von „Veeam Backup“ auf einem dedizierten Gerät (z.B. ein Service-Laptop). Die Hardwareanforderungen dazu finden Sie in der folgenden Tabelle. Achten Sie zudem darauf, dass die eingesetzten Hardwarekomponenten für den Dauereinsatz konzipiert sind. Eine Anleitung, wie die virtuellen Maschinen der *paedML Linux* mit „Veeam Backup“ gesichert werden, wird in Kürze auf dem Portal des LMZ zur Verfügung gestellt.

Hardware	Empfohlene Anforderungen
CPU	1 CPU (64-Bit)
Arbeitsspeicher	Min. 2 GB
Festplattenspeicher	Min. 5 GB freie Speicherkapazität
Netzwerk	Gigabit-Verbindung zum ESXi-Host

3. Softwarevoraussetzungen

3.1 Hypervisor VMware vSphere ESXi

Es gibt sowohl die freie Version des Hypervisors *VMware vSphere ESXi* als auch kostenpflichtige Versionen, die über einen größeren Funktionsumfang verfügen. Informieren Sie sich bei einem im Bereich Virtualisierung fachkundigen Dienstleister oder Software-Distributor, welches für Ihre Schule eine passende Version von *VMware vSphere ESXi* darstellt¹¹. Beachten Sie dabei, dass es möglicherweise zum Zeitpunkt eines Kaufes einer kostenpflichtigen Version auch preisgünstigere Academic-Versionen von *VMware vSphere ESXi* geben kann. Wir empfehlen den Einsatz der aktuellen Version von *VMware ESXi* ab der Versionsnummer 6.0.

3.2 VMware vSphere Client / VMware Host Client

Zur Konfiguration und Verwaltung des *VMware vSphere ESXi* ist eine *Windows*-Software namens *vSphere Client* notwendig. Diese Software benötigt das *Microsoft .Net Framework 3.5 SP1*.

¹⁰ https://helpcenter.veeam.com/docs/backup/vsphere/system_requirements.html?ver=95#console

¹¹ Sie können bei VMware unter <https://www.vmware.com/de/try-vmware> → *VMware vSphere* eine kostenlose Testversion herunterladen (Stand Anfang Mai 2017). Sie müssen sich dafür allerdings bei VMware registrieren. Die Testversion ist 60 Tage lauffähig (Stand Anfang Mai 2017). Danach können Sie diese mit einer entsprechenden Lizenz in die kostenfreie oder kostenpflichtige Version umwandeln, indem Sie die Lizenz einspielen. Der ESXi muss hierfür also nicht neu installiert werden!

Diese steht bei *VMware* für registrierte Benutzer zum Download bereit.

Bitte beachten Sie, dass der *VMware vSphere Client* nur bis *ESXi 6.0* von *VMware* unterstützt wird. Ab *ESXi 6.5* kann nur noch der browserbasierte *ESXi Host-Client* verwendet werden. In *ESXi 6.0* werden noch beide Varianten unterstützt.

3.3 Backup-Software

Wir empfehlen die virtuellen Maschinen regelmäßig zu sichern. Dafür ist zusätzliche Software und ggf. ein weiteres dediziertes Gerät (z.B. ein Service-Laptop) notwendig. Eine Möglichkeit ist der Einsatz der Software „*Veeam Backup*“. Eine Anleitung, wie Sie die virtuellen Maschinen der *paedML Linux* mit „*Veeam Backup*“ sichern, wird in Kürze auf dem Internetportal des LMZ zur Verfügung gestellt.

Landesmedienzentrum Baden-Württemberg (LMZ)
Support Netz
Rotenbergstraße 111
70190 Stuttgart

© Landesmedienzentrum Baden-Württemberg, 2017