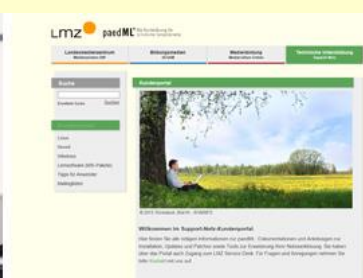


Beratung und Support
Technische Plattform
Support-Netz-Portal



paedML® - stabil und zuverlässig vernetzen

Hardwarevoraussetzungen

Stand 24.02.2017 / V 1.1.2

paedML® Windows

Version: 3.x

Impressum

Herausgeber

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

Autoren

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

Martin Ewest
Markus Finkenbein
Ulrich Holtritt
Soo-Dong Kim
Alexander Wabro

Endredaktion

Redaktion Support-Netz.

Bildnachweis Titelbilder:

Thinkstock

Weitere Informationen

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

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.	Einführung.....	4
2.	Vorbemerkung	4
3.	Hardwarevoraussetzungen	5
3.1	Prozessor	5
3.2	Arbeitsspeicher	5
3.3	Controller.....	6
3.4	Netzwerkadapter	6
3.5	Datenspeicher	8
3.6	Die Management-Arbeitsstation.....	10
4.	Dimensionierung der Lösung	11
4.1	Ergänzende Anmerkungen	13
5.	Softwarevoraussetzungen	14
5.1	vSphere Hypervisor (ESXi)	14
5.2	vSphere-Client	14
6.	Änderungsdokumentation	15

1. Einführung

Hinweis:

Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird in diesem Handbuch der Einfachheit halber meist nur die männliche Form verwendet. Die weibliche Form ist selbstverständlich immer mit eingeschlossen.

paedML® wurde speziell für schulische Netzwerke entwickelt. Dabei stand im Vordergrund die Überlegung, welche pädagogischen Funktionen ein schulisches Netz für die Arbeit mit den „Neuen Medien“ braucht, und wie die Arbeit der Netzwerkberater „vor Ort“ erleichtert werden kann.

Die Musterlösung bietet den Schulen eine einfache Benutzerverwaltung, eine praxisgerechte Verzeichnisstruktur, die Selbstheilung von Rechnern, die automatisierte Verteilung von Software auf alle Rechner der Schule und die Möglichkeit, die Trennung von heimischem und schulischem Arbeitsplatz aufzuheben. Sie ist eine kostengünstige und leicht verwaltbare Lösung für schulische Netzwerke aller Art.

Die folgenden Ausführungen wurden nach bestem Wissensstand ausgearbeitet. Sie entsprechen dem zum Zeitpunkt der Erstellung gegebenen Stand der Technik. Irrtümer und Änderungen sind vorbehalten.

2. Vorbemerkung

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.

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

Hinweise zum Support:

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® Windows – Server.

Hinweis zur Hardware und technische Voraussetzungen:

Die verwendete Hardware muss ESXi-zertifiziert sein. Dies ist unabdingbar! VMware bietet eine Hardware Compatibility List (HCL) an. Diese ist Stand Januar 2017 zu finden unter:

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

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

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

3. Hardwarevoraussetzungen

Die im Folgenden genannten Hardwarevoraussetzungen sind für die paedML® Windows 3.0 und 3.1 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 einen freien Socket für einen weiteren Prozessor zur Verfügung stellen. Ebenso sollte eine Erweiterung des Hauptspeichers möglich sein.

Weitere Informationen finden Sie auf der Seite der Dokumentation zur paedML® Windows 3.x

<http://www.lmz-bw.de/technische-unterstuetzung/kundenportal/windows/dokumentationen/paedml-windows-30.html>

Beachten Sie hierbei besonders den Konzeptionsleitfaden, den Ausschreibungsleitfaden und das HowTo zur Servervirtualisierung. In Kapitel 4 finden Sie detaillierte Angaben zu Prozessor- und Speichergrößen.

3.1 Prozessor

Es ist zu beachten, dass VMware ESXi ab der Version 4.0 einen 64-Bit Prozessor voraussetzt. Hinweise zur empfohlenen VMware-Version finden Sie im Dokument [How-To-Servervirtualisierung](#). Es empfiehlt sich der Einsatz von modernen, leistungsstarken Server-Mehrkern-Prozessoren, welche die aktuellen Virtualisierungserweiterungen unterstützen. Der Prozessor muss die Hyper-Threading Technology unterstützen. Genauere Angaben finden Sie dazu in Kapitel 4. Ein Mehr-Socket-Server, der zunächst, je nach Systemgröße, nur mit einem Prozessor bestückt ist, stellt im Moment die beste Basis dar¹.

3.2 Arbeitsspeicher

Der Arbeitsspeicher (RAM) sollte großzügig bemessen sein, die Lösung benötigt mindestens 40 GB. Der Bedarf kann aber je nach Nutzungsverhalten und Größe der Installation höher ausfallen. Genauere Angaben finden Sie dazu in Kapitel 4. Rechnen Sie am besten die Anzahl der zu virtualisierenden Maschinen und deren Hauptspeicherbedarf zusammen plus zusätzliche 4 GB für den Host.

¹ 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.

3.3 Controller

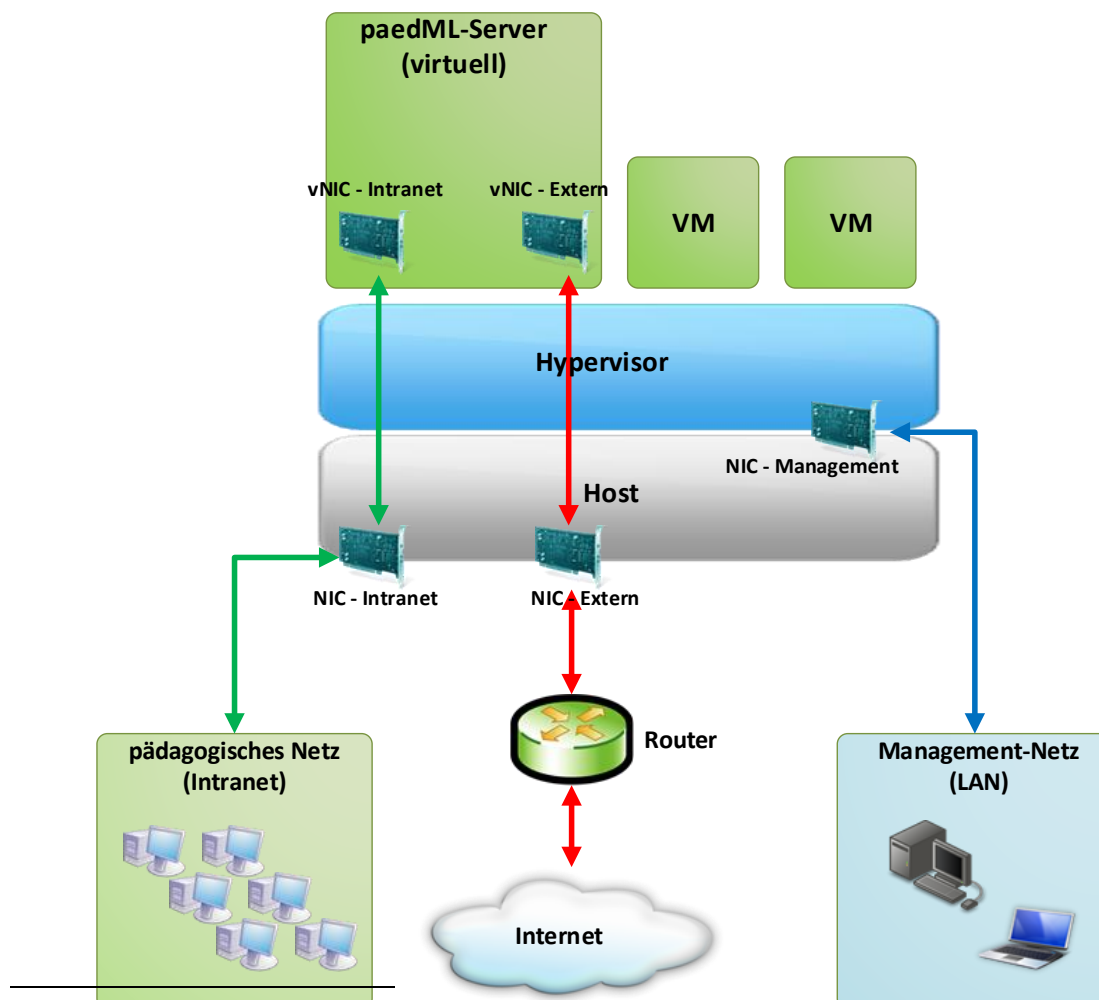
Es sollte ein entsprechend performanter Hardware-Controller mit ausreichendem Cache eingesetzt werden. Software-Controller sind zumeist nicht performant genug.

Bei der Planung sollten Sie auch berücksichtigen, dass zukünftig weitere Festplatten zur Erweiterung des Datenspeichers angeschlossen werden können.

3.4 Netzwerkadapter

Es müssen mindestens drei Netzwerkadapter^{2,3} vorhanden sein. Diese sind für folgende Aufgaben vorgesehen:

1. Management-Netzwerk intern
2. paedML® Windows intern (Intranet/LAN)
3. paedML® Windows extern (Internet)

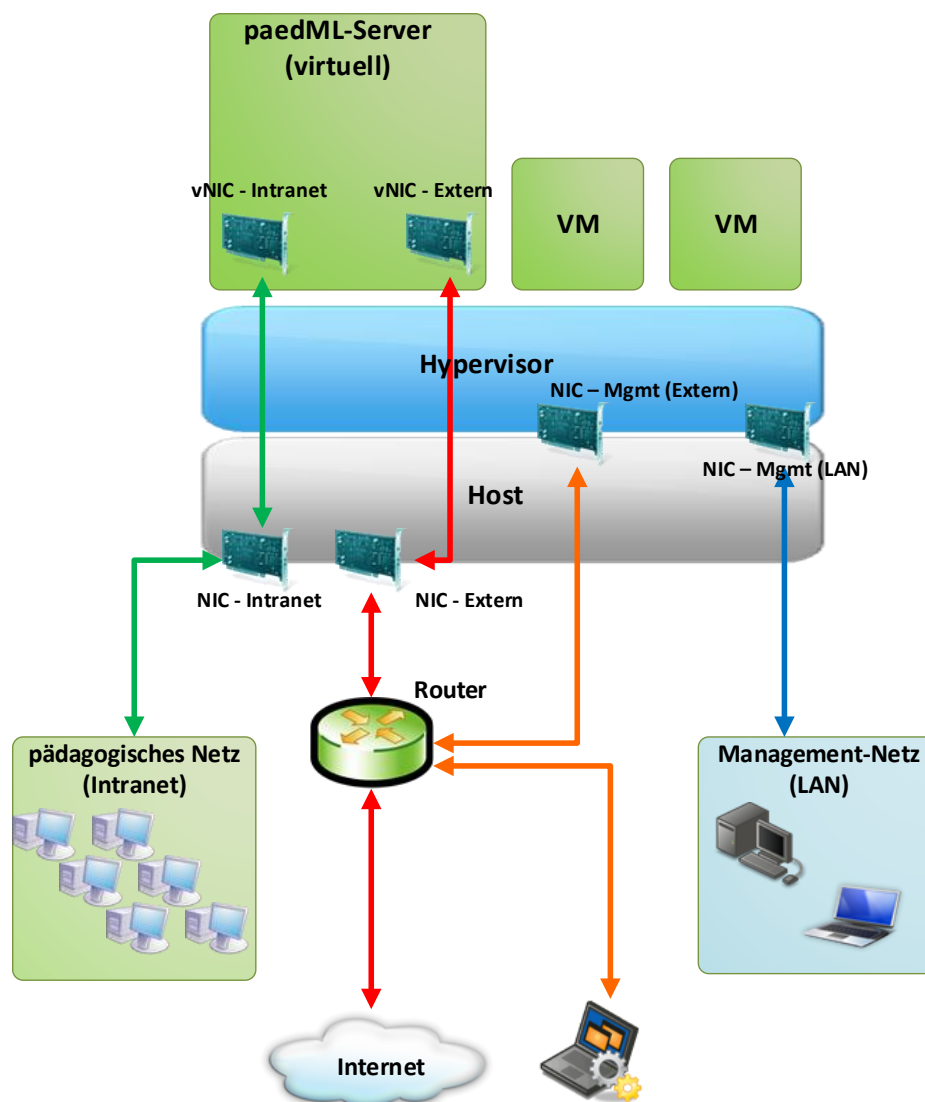


² Für das Management-Netzwerk des ESXi wird aus Sicherheitsgründen empfohlen, einen separaten Netzwerkadapter zu verwenden. Damit sind Host und Gäste sauber voneinander getrennt. Gegebenenfalls kann man mittels V-LANs auch mit nur zwei Netzwerkadaptern auskommen. Lassen Sie sich hierzu aber bitte von einem Dienstleister beraten.

³ Weiterhin kann es sinnvoll sein, weitere Netzwerkadapter bereitzustellen, z.B. für eine DMZ oder für eine WLAN Anbindung. Häufig sind bei Servern zwei Netzwerkadapter direkt verbaut und Erweiterungseinschübe für weitere Netzwerkadapter vorhanden.

Wünschen Sie zusätzlich einen extern Zugriff⁴ auf den ESXi, benötigen Sie mindestens vier Netzwerkadapter⁵. Damit ergibt sich für die Netzwerkadapter folgende Aufgabenverteilung:

1. Management-Netzwerk intern
2. paedML® intern (Intranet/LAN)
3. paedML® extern (Internet)
4. Zugriff ESXi extern



⁴ So kann z.B. der Dienstleister oder der Netzwerkberater von extern mittels eines dort installierten vSphere-Clients direkt auf den ESXi zugreifen. Man erhält so über die Verwaltungsoberfläche des ESXi z.B. Informationen über die Auslastung des Servers, die Funktionsfähigkeit von Hardwarekomponenten, es können die virtuellen Maschinen neu gestartet werden, u.v.m.

⁵ Auch das lässt sich mit Hilfe von V-LANs mit nur zwei Netzwerkadaptern realisieren.

3.5 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 sollten unbedingt SAS-Platten⁶ in ausreichender Anzahl mit entsprechend performanten Controllern eingesetzt werden.

Lassen Sie sich von Ihrem Händler hinsichtlich der nötigen I/O-Performance beraten. Folgende Aspekte sollten zusätzlich in der Beratung berücksichtigt werden:

Für die paedML® Windows-Zwecke sollte⁷ der Server mindestens zwei Datastores (Datenspeicher) besitzen. Eines für die ESXi-Betriebssystem-Software und eines für die virtuellen paedML® Windows-Server (und weitere virtuelle Maschinen).

Hinweis:

Für den Betrieb der über das LMZ bezieharen Version der **paedML® Windows 3.0 oder 3.1** benötigen Sie **mindestens 915 GB Speicherplatz** auf dem für die virtuellen Maschinen vorgesehenen Datenspeicher, sofern Sie das Thick-Provisioning beim ESXi realisieren möchten. Detaillierte Informationen dazu finden Sie im HowTo Servervirtualisierung, Kapitel 2.1.5.

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

- Eine Festplatte als kleiner Datenspeicher für Host und ein großer Datenspeicher für virtuelle Maschinen:
In dieser Konfiguration würde die Boot- und System-Partition des ESXi auf dem kleinen Datenspeicher eingerichtet werden.
- Ein RAID 1 für den Host und RAID 5 für virtuelle Maschinen:
Die Konfiguration ist ähnlich wie die Erste. Durch RAID 1 erreicht man jedoch zusätzliche Datensicherheit.
- Host auf einem USB-Stick und virtuelle Maschinen auf einem großen RAID-LUN:
In dieser Konfiguration hätten Sie alle Festplatten für virtuelle Maschinen zur Verfügung. Diese Konfiguration kann im Vergleich zu den beiden oben beschriebenen Konfigurationen mehr Performanz einbringen. Denn grundsätzlich gilt: Je mehr Spindel (Datenträger, Festplatten), desto höher die Leistung.

⁶ 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 Schreib Anforderungen nicht erfüllen können. Ideal wäre natürlich ein SAN. Dieses wird aber in den meisten Fällen nicht finanzierbar sein. Von SATA- oder Nearline-SAS basiertem Storage ist in jedem Fall abzuraten. Wenn finanzierbar, wäre ein Controller mit SSD-Cache empfehlenswert.

⁷ Es wird dringend empfohlen, auf dem Datenspeicher der Systeminstallation **keine** virtuellen Maschinen abzulegen, auch wenn eventuell noch genügend Speicherplatz vorhanden ist. Sollte beispielsweise nach einem fehlerhaften Update oder Upgrade des ESXi oder gar nach einem Systemabsturz eine Neuinstallation notwendig sein, wird dieser Bereich überschrieben und die dort abgelegten virtuellen Maschinen sind verloren. Der zweite Datenspeicher, der für die virtuellen Maschinen vorgesehen ist, bleibt hingegen von einer Neuinstallation unberührt (sofern er nicht versehentlich als Installationsort ausgewählt wird ...)

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 Hotspare-Funktion beherrscht. Dadurch ist es gewährleistet, dass in Falle eines Defekts einer Festplatte ein automatischer Rebuild-Vorgang angestoßen werden kann. Die Hotspare-Funktion ist besonders wichtig für RAID 5. Im Gegensatz zu anderen Konfigurationen hält RAID 5 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 Möglichkeiten 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: $(n - 1) = 2^m$

Beispiel: Sie möchten ein RAID 5 mit einer Hotspare-Festplatte erstellen. Möglich wären dann z.B. folgende Kombinationen:

- 3 Festplatten à 600 GB + 1x Hotspare = 4 Festplatten à 600 GB = 1,2 TB bei geringem I/O-Bedarf für eine kleine Schule
- 5 Festplatten à 300 GB + 1x Hotspare = 6 Festplatten à 300 GB = 1,2 TB für eine Schule mit höheren I/O-Anforderungen
- 7 Festplatten à 600 GB + 1x Hotspare = 8 Festplatten à 600 GB = 3,0 TB für eine Schule mit höheren I/O-Anforderungen und größerem Speicherbedarf

3.6 Die Management-Arbeitsstation

VMware empfiehlt folgende Mindestanforderungen an die Hardware für eine Bereitstellung und Verwaltung von bis zu 50 Hosts und 500 eingeschalteten virtuellen Maschinen⁸.

Hardware	Empfohlene Anforderungen
CPU	1 CPU
Prozessor-Takt	1 GHz
Arbeitsspeicher	1 GB
Festplattenspeicher	Mind. 1,5 GB freie Speicherkapazität
Netzwerk	Gigabit-Verbindung

⁸ 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>

4. Dimensionierung der Lösung

In den folgenden Tabellen finden sie Empfehlungen zur Dimensionierung Ihrer Serverlösung. Dabei gehen wir immer von einem ESXi- Server aus und die angegebenen Werte beschreiben die Richtwerte der virtuellen Server.

Beachten Sie, dass zu den für die virtuellen Maschinen angegebenen Speichergrößen noch ca. 4 GB Arbeitsspeicher für den Host hinzugerechnet werden müssen.

Mindestanforderungen an den Server für kleine Clientzahlen:

Virtueller Server	Arbeits- speicher [GB]	Anzahl vCPUs	Festplatte Größe [GB]
DC01	4	2	100
SP01	16	4	420
OctoGate	8*	4	120
opsi01	2	2	175
Admin-PC	2	1	100
Gesamt (inkl. Host)	40**	13	915

* Octogate in der 64-Bit-Version mit Reserve für Feature-Erweiterungen

** bei sinnvoller RAM-Belegung der Speicherbänke von z.B. 2 x 16GB + 2 x 4GB

Größe der einzelnen virtuellen Serverplatten:

	Festplatte 1 [GB]	Festplatte 2 [GB]	Festplatte 3 [GB]	Festplatte 4 [GB]	Festplatte 5 [GB]	Gesamt- größe
DC01	80	20				100
SP01	80	100*	70	70	100*	420
OctoGate	120					120
opsi01	175					175
Admin-PC	100					100
Gesamtgröße der Serverplatten [GB]						915

* Orientierungsgröße! Der Bedarf an Festplattenspeicher kann je nach Schule und Nutzungsverhalten von dem angeführten Wert abweichen. Ermitteln dazu Sie den tatsächlichen Speicherbedarf der Schüler und der Lehrkräfte.

Mindestanforderungen an den Server bei bis zu ca. 100 Clients

Virtueller Server	Arbeits- speicher [GB]	Anzahl vCPUs	Festplatte Größe [GB]
DC01	4	2	100
SP01	24	6	840
OctoGate	8*	6	120
opsi01	2	2	175
Admin-PC	2	2	100
Gesamt (inkl. Host)	48	18	1335

* Octogate in der 64-Bit-Version mit Reserve für Feature-Erweiterungen

** bei sinnvoller RAM-Belegung der Speicherbänke von z.B. 2 x 16GB + 2 x 8GB

Größe der einzelnen virtuellen Serverplatten:

	Festplatte 1 [GB]	Festplatte 2 [GB]	Festplatte 3 [GB]	Festplatte 4 [GB]	Festplatte 5 [GB]	Gesamt- größe
DC01	80	20				100
SP01	100	300*	70	70	300*	840
OctoGate	120					120
opsi01	175					175
Admin-PC	100					100
Gesamtgröße der Serverplatten [GB]						1335

* Orientierungsgröße! Der Bedarf an Festplattenspeicher kann je nach Schule und Nutzungsverhalten von dem angeführten Wert abweichen. Ermitteln dazu Sie den tatsächlichen Speicherbedarf der Schüler und der Lehrkräfte.

Mindestanforderungen an den Server bei bis zu ca. 200 Clients

Virtueller Server	Arbeits- speicher [GB]	Anzahl vCPUs	Festplatte Größe [GB]
DC01	4	2	100
SP01	24-32	8	1240
OctoGate	8 oder mehr*	8	120
opsi01	2	2	175
Admin-PC	2	2	100
Gesamt (inkl. Host)	64	22	1735

* Octogate in der 64-Bit-Version mit Reserve für Feature-Erweiterungen

** bei sinnvoller RAM-Belegung der Speicherbänke von z.B. 4 x 16GB oder 2 x 32GB

Größe der einzelnen virtuellen Serverplatten:

	Festplatte 1 [GB]	Festplatte 2 [GB]	Festplatte 3 [GB]	Festplatte 4 [GB]	Festplatte 5 [GB]	Gesamt- größe
DC01	80	20				100
SP01	100	500*	70	70	500*	1240
OctoGate	120					120
opsi01	175					175
Admin-PC	100					100
Gesamtgröße der Serverplatten [GB]						1735

* Orientierungsgröße! Der Bedarf an Festplattenspeicher kann je nach Schule und Nutzungsverhalten von dem angeführten Wert abweichen. Ermitteln dazu Sie den tatsächlichen Speicherbedarf der Schüler und der Lehrkräfte.

Mindestanforderungen an den Server bei über 200 Clients

Virtueller Server	Arbeits- speicher [GB]	Anzahl vCPUs	Festplatte Größe [GB]
DC01	4	2	100
SP01	48*	8	1840
OctoGate	16 oder mehr **	8	120
opsi01	2	2	175
Admin-PC	2	2	100
Gesamt (inkl. Host)	96***		2335

* Unter Verwendung der geplanten SQL-Erweiterung für sehr grosse Schulen

** Octogate in der 64-Bit-Version mit Reserve für Feature-Erweiterungen

*** bei üblicher RAM-Belegung von z.B. 2x32GB + 2x16GB

Größe der einzelnen virtuellen Serverplatten:

	Festplatte 1 [GB]	Festplatte 2 [GB]	Festplatte 3 [GB]	Festplatte 4 [GB]	Festplatte 5 [GB]	Gesamt- größe
DC01	80	20				100
SP01	100	800	70	70	800	1840
OctoGate	120					120
opsi01	175					175
Admin-PC	100					100
Gesamtgröße der Serverplatten [GB]						2335

* Orientierungsgröße! Der Bedarf an Festplattenspeicher kann je nach Schule und Nutzungsverhalten von dem angeführten Wert abweichen. Ermitteln dazu Sie den tatsächlichen Speicherbedarf der Schüler und der Lehrkräfte.

4.1 Ergänzende Anmerkungen

Bei großen Systemen, sollten Sie über die Hochverfügbarkeit nachdenken. Hierbei gilt besonders auf Ausfall-/Recovery-Zeiten zu achten. Hierzu wäre die Beratung eines fachkundigen Dienstleisters in Anspruch zu nehmen.

Für den Opsi-Server ab 300 Clients empfiehlt sich aus Performancegründen die die SQL-Backend Erweiterung. Ab 500 Clients muss bei opsi die SQL-Backend Erweiterung ergänzt werden. Weitere Informationen dazu erhalten Sie über unsere Hotline.

Für zusätzliche Server (z. B. Backup, Antiviren-Lösung) müssen Sie entsprechende Ressourcen einplanen

5. Softwarevoraussetzungen

5.1 vSphere Hypervisor (ESXi)

Es gibt sowohl die freie Version des vSphere Hypervisors (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 ESXi darstellt⁹. Beachten Sie dabei, dass es möglicherweise zum Zeitpunkt eines Kaufes einer kostenpflichtigen Version auch preisgünstigere Academic-Versionen vom VMware ESXi geben kann.

5.2 vSphere-Client

Zur Konfiguration und Verwaltung des ESXi ist eine Software namens *vSphere-Client* notwendig. Diese steht bei VMware für registrierte Benutzer zum Download bereit¹⁰.

Vermutlich haben Sie aus Ihrem Management-Netzwerk heraus keinen Internet-Zugang. Wenn Sie mit der Maus mit rechts auf *Download vSphere Client* klicken, können Sie sich den Download-Link kopieren und beispielsweise in einem Editor einfügen. Sie können sich nun bequem den passenden Link notieren oder die Textdatei auf einen USB-Stick speichern und den vSphere-Client an einem Rechner mit Internetzugang herunterladen.

⁹ Sie können bei VMware unter <https://www.vmware.com/de/try-vmware> → VMware vSphere eine kostenlose Testversion herunterladen (Stand: März 2015). Sie müssen sich dafür allerdings bei VMware registrieren. Die Testversion ist 60 Tage lauffähig (Stand: März 2015). 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!

Sofern Sie bei VMware registriert sind, können Sie beim Download des Hypervisors VMware vSphere ESXi auch gleich den passenden vSphere-Client herunterladen.

¹⁰ http://kb.vmware.com/selfservice/microsites/search.do?language=en_US&cmd=displayKC&externalId=2089791

6. Änderungsdokumentation

Version	Geänderte oder ergänzte Kapitel
Stand 19.02.2013 / V 1.0.0	
Stand 02.03.2015 / V 1.1.0	Inhaltliche Änderungen in allen Kapitel
Stand 10.03.2015 / V 1.1.1	3.3, 3.5
Stand 23.02.2017 / V 1.1.2	3.1, 3.4, neues Kap. 4, aus Kap. 4 wurde Kap. 5

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

© Landesmedienzentrum Baden-Württemberg, 2017