

Impressum

Herausgeber: Ministerium der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt
 Editharing 40
 39108 Magdeburg

<http://www.mf.sachsen-anhalt.de>

 Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt
 Turmschanzenstraße 32
 39114 Magdeburg

<http://www.mb.sachsen-anhalt.de>

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Vorwort	8
1 Einleitung	9
2 Allgemeine Hinweise	10
2.1 Planung von IKT-Systemen in der Schule	10
2.1.1 Erstellung eines Medienbildungskonzeptes.....	10
2.1.2 Erstellung eines IKT-Konzeptes	11
2.2 Beratungs- und Fortbildungsangebote	11
2.3 Beschaffung von IKT-Systemen	12
2.3.1 Anforderungen an IT-Partner / Lieferanten	14
2.4 Gebrauchtgeräte	14
2.5 Leasing.....	15
2.6 Systembetreuung	15
2.7 Konsistenz der Lösung.....	16
2.8 Nutzungsordnung.....	16
3 Infrastruktur-Architektur	18
4 Infrastruktur-Komponenten und Netze	19
4.1 Internet-Zugang und –Bereitstellung	19
4.2 Internet-Gateway / Firewall-System	19
4.3 Lokales Netzwerk	20
4.3.1 Ethernet-Netze (LAN).....	20
4.3.2 Funknetze (WLAN).....	21
4.3.3 Funkbrücken (Richtfunk).....	23
4.3.4 Trennung der lokalen Netze in Teilnetze	23
4.4 Access-Points.....	24
4.5 Ethernet-Switche.....	24
5 Arbeitsplatz-Komponenten	25
5.1 Arbeitsplatzrechner.....	25
5.2 Laptops	25
5.3 Tablets	25
5.4 Nutzereigene Geräte (BYOD)	25
5.5 Arbeitsplatz mit Präsentationseinrichtung	26
5.5.1 Lehrkräfte-Rechner	26

5.5.2	Interaktive Whiteboards / interaktive Touch-Displays	26
6	Software und Betriebssysteme.....	28
6.1	Standardsoftware, Branchensoftware, Pädagogische Software.....	28
6.2	Arbeitsplatzbetriebssysteme.....	28
6.3	Serverbetriebssysteme.....	29
7	Administrative Aufgaben und Systemlösungen.....	30
7.1	Installation von Arbeitsplatzrechnern.....	30
7.2	Installation von Software	30
7.3	Schutz der Arbeitsplatzsysteme vor Veränderungen.....	30
7.4	Sicherheitsupdates	31
7.5	Virenschutz.....	31
7.6	Datensicherung	31
7.7	Terminalserver-Systeme	31
7.8	Virtualisierung von Serversystemen	32
7.9	IT-Systemlösungen für Schulen	32
7.10	Spezielle Peripherie.....	32
7.11	Externe serverbasierte Dienste.....	33
7.12	Integrations- und Handhabungskosten.....	33
7.12.1	Ausblick auf die Entwicklung von IT-Administrationsdiensten	33
	Glossar	34
	Abkürzungsverzeichnis.....	37
	Literaturverzeichnis.....	40
	Rechtliche Grundlagen.....	41
	Index.....	42
A	Beschaffungsempfehlungen.....	44
A.1	Internet-Gateway / Firewall-System	44
A.2	Access-Points.....	47
A.3	WLAN-Controller	49
A.4	Ethernet-Switches	50
A.5	Server	53
A.6	NAS-Systeme	56
A.7	Arbeitsplatz-Computer	60
A.8	Notebooks	62
A.9	Tablets	64
A.10	Monitore	66
A.11	Drucker	68
A.12	Visualisierer / Dokumentenkamera	70
A.13	Multimedia-Beamer	72
A.14	Interaktive Whiteboards / Interaktive Touch-Displays	74

A.15	Akustikanlage	77
B	Szenarien	78
B.1	Serverloses Netzwerk.....	78
B.2	Netzwerk mit Schulserver	79
B.3	Schulübergreifendes Netzwerk mit Server	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Metamodell zur Technologie-Architektur.....	18
Abbildung 2 – Netzstruktur (schematisch).....	21
Abbildung 3 – Netzaufteilung.....	23
Abbildung 4 – Szenario 1: Serverloses Netzwerk.....	79
Abbildung 5 – Szenario 2: Netzwerk mit Schulserver	80
Abbildung 6 – Szenario-Erweiterung: Schulübergreifendes Netzwerk	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Datenblatt: Internet-Gateway	44
Tabelle 2 – Datenblatt: WLAN Access-Point	47
Tabelle 3 – Datenblatt: WLAN-Controller	49
Tabelle 4 – Datenblatt: Switch (einfach, nicht managebar).....	50
Tabelle 5 – Datenblatt: Switch (Layer 2, managebar, VLAN-fähig)	50
Tabelle 6 – Datenblatt: Switch (Layer 3)	52
Tabelle 7 – Datenblatt: Standardserver ohne Virtualisierung	53
Tabelle 8 – Datenblatt: Server zur Virtualisierung von Serversystemen	54
Tabelle 9 – Datenblatt: NAS-Systeme	56
Tabelle 10 – Datenblatt: Arbeitsplatz-Computer	60
Tabelle 11 – Datenblatt: Notebooks	62
Tabelle 12 – Datenblatt: Tablets	64
Tabelle 13 – Datenblatt: Monitore.....	66
Tabelle 14 – Datenblatt: Drucker	68
Tabelle 15 – Datenblatt: Visualisierer / Dokumentenkamera	70
Tabelle 16 – Datenblatt: Multimedia-Beamer	72
Tabelle 17 – Entscheidungskriterien: Interaktives Whiteboard.....	74
Tabelle 18 – Entscheidungskriterien: Akustikanlage.....	77

Vorwort

In allen Lebens- und Arbeitsbereichen gewinnt die Informations- und Kommunikationstechnologie immer mehr an Bedeutung. Insbesondere im Bereich der Bildung nimmt das Lernen mit digitalen Werkzeugen bzw. Medien einen größer werdenden Stellenwert ein. Digitale Medien bieten zweifelsfrei Chancen für jeden Einzelnen – beispielsweise erweiterte Möglichkeiten für Information, Kommunikation, Partizipation und Zusammenarbeit. Kindern und Jugendlichen sollte frühzeitig die Möglichkeiten gegeben werden, sich kontinuierlich auf ein Leben in einer digitalen Welt vorbereiten zu können. Gerade die medial vermittelten Informationen auszuwählen, zu verstehen, richtig zu nutzen und zu kommunizieren muss ein Bestandteil der schulischen Ausbildung sein. Lehrkräften eröffnen sich durch die Informations- und Kommunikationstechnologien neue Möglichkeiten des Austausches und des Lernens. Schulsysteme stehen hier in der Verantwortung entsprechende Möglichkeiten zu implementieren.

Eine Herausforderung wird sein, dass durch die ständigen technischen Fortschritte im Hinblick auf Betriebssysteme, technische Ausstattung, Geschwindigkeit des Netzes es erforderlich machen, dass Schülerinnen und Schüler an ihren Schulen möglichst die gleichen Lern- und Zugangsmöglichkeiten haben. Dies ist auch erforderlich, damit die Unterrichtsanforderungen möglichst an allen Schulen in gleicher Form unterstützt werden können. Dazu dient eine standardisierte IT-Landschaft in der Schule. Um diese standardisierte Ausstattung an den Schulen erreichen zu können, haben die Ministerien für Finanzen und Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, gemeinsam mit Vertretern des Landesinstituts für Schulqualität und Lehrerbildung, der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, des Verbandes der IT- und Multimediaindustrie Sachsen-Anhalt e. V. und der Industrie- und Handelskammer Magdeburg, die vorliegende Rahmenempfehlung erarbeitet, um den Schulträgern eine Orientierungs- und Planungshilfe bei der Ausstattung der Schulen mit Informations- und Kommunikationstechniken zu geben.

In der Anwendung dieser Rahmenempfehlung wird es gelingen, das Lernen mit digitalen Werkzeugen und Medien in Sachsen-Anhalt in großer Breite und Vielfalt zu unterstützen.



André Schröder

Finanzminister



Marco Tullner

Bildungsminister

1 Einleitung

Mit STARK III hat Sachsen-Anhalt eines der zentralen Investitionsvorhaben für die Kommunen und auch für die regionale Wirtschaft in diesem Jahrzehnt begonnen. Alle Schulen und Kindertagesstätten sollen energetisch saniert und mit IKT modernisiert werden.

Die derzeit gewachsenen heterogenen IT-Architektur-Strukturen in den Schulen, regionalen Medienstellen und bei den Schulträgern verursachen hohe personelle und finanzielle Aufwendungen, um die vorhandenen IT-Systeme über ihre Ressortgrenzen hinweg zu koppeln. Ausgehend vom Projekt „Lernen, Lehren, Managen 2.0“ müssen die schulspezifischen Ansätze harmonisiert werden, um hieraus eine effiziente Kopplung der Verwaltungs-, Anwendungs- und Technologie-Architektur der einzelnen Organisationen abzuleiten. Ziel ist das Erreichen einer möglichst homogenen Gesamt-Schul-Architektur in Sachsen-Anhalt.

Die derzeitige IT-Sicherheits- und Datenschutzlage gebietet es, eine umfangreiche Strukturänderung in den Schulen zu erreichen. Aufgrund der Fördermöglichkeiten besteht die Chance, die Schulen in Sachsen-Anhalt mit einem einheitlichen, technologischen Mindeststandard auszustatten.

Die immer komplexer werdenden IT-Sicherheitslösungen erfordern zudem eine ausreichend geschulte Administration. Eine einheitliche Ausstattung bietet perspektivisch die Vorteile einer zentralen Steuerung. Des Weiteren können dadurch in den Schulen personelle Ressourcen im jeweiligen Lehrerkollegium geschont werden. Die zuständigen Lehrerinnen und Lehrer für die IT-Betreuung können sich somit wieder ihrer primären Aufgabe, der Unterrichtsvorbereitung und –gestaltung widmen und müssen sich nicht zusätzlich mit administrativen Aufgaben bezüglich der Netzinfrastrukturen und Rechentechnik befassen.

Die von der IT-Steuerungsgruppe des Landes Sachsen-Anhalt erarbeitete Version der Rahmenempfehlung zur Ausstattung der Schulen mit moderner IT setzt den eingeschlagenen Weg konsequent fort und schlägt konkrete Lösungen für die IT-Infrastruktur und -Ausstattung vor.

2 Allgemeine Hinweise

Die Beschaffung geeigneter IKT-Systeme für Schulen muss im Gesamtzusammenhang der zukünftig geplanten Einsatzmöglichkeiten betrachtet, vorbereitet und entschieden werden.

2.1 Planung von IKT-Systemen in der Schule

In Vorbereitung von Beschaffungsmaßnahmen im IKT-Bereich wird empfohlen, an der Schule ein Planungsteam zu bilden, welches für die Schule ein umfassendes Einsatz- und Ausstattungskonzept entwickelt. Insbesondere im Bereich der IKT-Infrastruktur ist eine enge Abstimmung und Kommunikation mit dem jeweiligen Schulträger notwendig.

Dieses Planungsteam soll die mittelfristigen Realisierungsmöglichkeiten prüfen und verfolgt die konkrete Umsetzung. Bei komplexen Planungen im Bereich der vernetzten Systeme ist es empfehlenswert, auch externe Experten (z. B. IT-Fachberater, medienpädagogische Berater, IT-Experten der Schulträger, IT-Experten der Ausbildungsbetriebe im beruflichen Umfeld, Ingenieurbüros, IT-Experten von Hochschulen) in die Planung ergänzend einzubeziehen. Das Planungsteam verfolgt die konkrete Umsetzung der IKT-Ausstattung.

Im Sinne von „Green IT“ ist schon bei der Planung auf einen dauerhaft ressourcenschonenden und damit nachhaltigen Einsatz der IKT zu achten, z. B.

- bei der Gesamtplanung (wie zentrales Herunterfahren, automatische Stand-By-Schaltung etc.),
- bei der Reduktion der Anzahl nativer Serversysteme (wie Virtualisierung von Serversystemen, Nutzung zentraler Dienste außerhalb der Schule [Shared Services]),
- durch energiesparende Clientsysteme (wie Thin-Clients) sowie
- durch Beachtung von Umweltprüfzeichen (wie Blauer Engel, Energy Star).

2.1.1 Erstellung eines Medienbildungskonzeptes

In Vorbereitung von Beschaffungsmaßnahmen im IKT-Bereich muss an der Schule durch eine von der Schulleitung eingesetzte Steuergruppe ein Medienbildungskonzept erarbeitet werden, das das Lernen mit und über Medien auf der Grundlage der Fachlehrpläne und unter Berücksichtigung fachübergreifender bzw. -verbindender Aspekte entsprechend der Schulform curricular aufbereitet und den pädagogischen Einsatz der vorhandenen bzw. geplanten IKT-Komponenten transparent macht. Dieses Medienbildungskonzept ist notwendiger Bestandteil jedes Fördermittelantrags. Für seine Ausarbeitung stellt das Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung Sachsen-Anhalt eine Planungshilfe und die Unterstützung durch die medienpädagogischen Beraterinnen und Berater des Landes zur Verfügung.

Die konkreten Aussagen zur, für die Umsetzung des Medienbildungskonzeptes, erforderlichen IKT-Ausstattung ermöglichen es dem Schulträger, eine am realen Bedarf orientierte Medienentwicklungsplanung vorzunehmen und fortzuschreiben.

2.1.2 Erstellung eines IKT-Konzeptes

Die Erstellung eines IKT-Konzeptes der Schule wird ausdrücklich empfohlen. Dieses sollte folgende Punkte und Rahmenaspekte beleuchten:

- Ist-Analyse: Aufnahme des technologischen Ist-Standes sowie des Status des Lehrerkollegiums,
- Integrations-Analyse: Möglichkeiten der Integration vorhandener Hardware bzw. Übernahme bereits in der Praxis erprobter und gefestigter Konzepte (Best Practice), z. B. aus dem Informatikunterricht,
- Bedarfsanalyse: Ergründung des Bedarfs anhand der entwickelten Medienbildungskonzepte / Medienentwicklungspläne,
- Matrix-Analyse: Vernetzung des Projektes mit laufenden bzw. zukünftig geplanten Projekten,
- Nachhaltigkeitsanalyse: Im Hinblick auf die technologischen Lösungen müssen Zukunfts- und Betriebssicherheit, Kosten-Nutzen-Verhältnisse, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Folgekosten betrachtet werden,
- Support-Analyse: Über einen entsprechenden Zeitraum muss mit dem IT-Partner / Lieferanten ein Support-Konzept sichergestellt werden. Bei der Nutzung von Rahmenvereinbarungen kann der Support auch zentral koordiniert werden. Hierbei sind insbesondere die Schulträger gefordert, ein ganzheitliches Konzept zu entwickeln.
- Schulform-Analyse: Ausgehend von der jeweiligen Schulform müssen die Ausstattungskonzepte geprüft und angepasst werden.
- Vertragsanalyse: Die bestehenden und zu schaffenden Rahmenvereinbarungen bzw. Warenkörbe sind zu beleuchten und zu optimieren.

2.2 Beratungs- und Fortbildungsangebote

Im Bereich der Medienbildung stehen für didaktische und pädagogische Fragen das Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung Sachsen-Anhalt (LISA) sowie die medienpädagogischen Beraterinnen und Berater zur Verfügung.

Im Landesdemonstrationszentrum wird mit Hilfe modernster Netzwerkkomponenten eine zentrale Lösung zur sicheren Administration dargestellt. Dieses Zentrum dient gleichermaßen als „Best Practice Case“ für Schulträger sowie als Modell zur Gestaltung eines Administrationszentrums für den zentralisierten sicheren Betrieb der IT-Ausstattung in den Schulen. Auf der Basis von „Next

Generation“-Netzwerktechnologien wird präsentiert, wie es möglich ist, zentrale Administrationsaufgaben zu übernehmen, automatisch Regelvorgaben zur Datensicherheit auf alle beteiligten Schulen zu übertragen und gleichzeitig den Schulen die notwendigen pädagogischen Freiräume zur Nutzung der Schul-IT-Struktur zu ermöglichen.

Die an den Schulen bestellten schulischen Datenschutzbeauftragten sind beauftragt, unbeschadet der eigenen Datenschutzverantwortung der Schule, diese durch Beratung und jederzeitige, auch unangemeldete Kontrolle bei der Ausführung des Datenschutzgesetzes des Landes Sachsen-Anhalt sowie anderer Rechtsvorschriften über den Datenschutz zu unterstützen.

Ebenso bieten einige Schulträger verschiedene Beratungs- und Unterstützungsangebote für die Schulen in ihrem Zuständigkeitsbereich an.

Des Weiteren stehen zentrale Beratungsangebote zur Verfügung:

IT-Ausstattung: Ministerium der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt
 Referat 64
 (andreas.altmann@sachsen-anhalt.de)

Medieneinsatz: Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung Sachsen-Anhalt (LISA)
 (<http://www.bildung-lsa.de/medienberatung.html>)

2.3 Beschaffung von IKT-Systemen

Beim IT-Einsatz stehen die didaktischen Aspekte und medienpädagogischen Ziele der jeweiligen Schule im Vordergrund. Diese bedingen die technischen Notwendigkeiten.

Unbenommen der Empfehlungen und Festlegungen in dieser Rahmenempfehlung bedarf es bei einer konkreten Beschaffungsmaßnahme einer Ausschreibung gemäß den gesetzlichen Bestimmungen. Eine Kaufentscheidung, die sich lediglich auf diese Rahmenempfehlung stützt, kann im Einzelfall zu rechtlichen Problemen führen.

Leitfäden für eine produktneutrale und nachhaltige Ausschreibung zur IKT-Beschaffung findet sich unter

<https://www.itk-beschaffung.de/>

Bei Neuanschaffungen sollte das IKT-System komplett einschließlich einiger Ersatz-Computer (vgl. auch Kapitel 2.3.1) und eines Grundbestandes der erforderlichen Programme beschafft werden. So ist es z. B. sinnvoll, einen Rechnerraum vollständig mit identischer Hardware und Software auszustatten. Bei Software-Beschaffungen zu einem späteren Zeitpunkt muss überprüft werden, ob die neue Software an den vorhandenen PCs eingesetzt werden kann oder höhere Hardware-Voraussetzungen erfordert. Ebenso muss bei Ersatzbeschaffungen von Hardware überprüft werden, ob die vorhandene Software am neuen System noch lauffähig ist und weiterverwendet werden kann.

Bei einer Beschaffungsmaßnahme darf nicht allein der Gerätepreis ausschlaggebend sein. Dienstleistungen wie Gewährleistung, qualifizierte Betreuung, Installation u. ä. oder auch entsprechende Administrationshilfen sollen in die Kaufentscheidung mit einbezogen werden.

Ein schulgereignetes IT-System sollte unter Berücksichtigung des jeweiligen Einsatzbereichs folgende Mindestvoraussetzungen erfüllen:

Die Gewährleistung durch den Fachhändler oder einen Drittanbieter sollte bei sämtlichen Baugruppen für einen Zeitraum von mindestens 36 Monaten gegeben sein (Vor-Ort-Service während der Gewährleistungsfrist, ansonsten Bring-In-Service). In vielen Fällen kann es wirtschaftlich sein, die Gewährleistung auf die gesamte vorgesehene Nutzungsdauer der Geräte auszuweiten.

Beim Austausch defekter Computer sollte darauf geachtet werden, dass ein vorhandenes Systemimage weiterverwendet werden kann (Image-Stabilität).

Der betreuende Fachhändler muss über genügend Fachkompetenz in Bezug auf Schulausstattungen verfügen. Eine vollständige Installation, ein formelles Abnahmeprotokoll sowie ein längerfristig verfügbarer technischer Vor-Ort-Support mit einer angemessenen kurzen Reaktionszeit müssen gewährleistet sein.

Eine solide Bauweise der einzelnen Komponenten soll geringe Störanfälligkeit und niedrige Reparaturkosten gewährleisten.

Sehr wichtig ist auch die Einhaltung ergonomischer Anforderungen:

- Geräuschkennwert (z. B. leise Lüfter, Grafikkarte ohne Lüfter, leise Festplatten und DVD-Laufwerke) bei Arbeitsplatzrechnern max. 30 dB(A),
- Tastatur (geneigtes und leicht bedienbares Tastaturfeld), optische Maus und ggf. Mauspad,
- Bildschirm (TFT-Bildschirm mit matter Oberfläche, zertifiziert nach TCO Certified Displays 6 und höher, Augenabstand zum Monitor mind. 45 cm),
- Blickrichtung und Blickhöhe (Vermeidung von Reflexionen und Spiegelungen, Oberkante des Bildschirms unterhalb der Augenhöhe),
- Ergonomische Bildschirme und niedriger Geräuschpegel bei Notebooks (zertifiziert nach TCO Certified Notebooks 4 und höher),
- Bildqualität und Energieeffizienz bei Tablets, Anschlussmöglichkeit für externe Tastaturen (zertifiziert nach TCO Certified Tablets 2 und höher),
- Geräuschkennwert sowie Feinstaub- und Ozonemission bei Druckern (Drucker mit hohem Druckaufkommen nicht in unmittelbarer Nähe eines Arbeitsplatzes)

In der Broschüre „Sicher und fit am PC in der Schule“ (Bundesverband der Unfallkassen, 2002) werden die Mindestanforderungen an EDV-Räume beschrieben.

Ebenso sind Umweltrichtlinien zu beachten:

- Lebensdauer von IT-Komponenten mindestens fünf Jahre,

- Umweltprüfzeichen Blauer Engel (z. B. RAL-UZ 78a für PCs, RAL-UZ 78c für Monitore, RAL-UZ 171 für Drucker) oder TCO-Zertifikate (TCO Certified Displays 6 und höher für Monitore, TCO Certified Notebooks 4 und höher, TCO Certified Tablets 2 und höher),
- GS-Prüfzeichen und Funkentstörung nach CE-Norm (auch für Einzelteile!)
- Umweltfreundliches Material von Verpackungen – mit Rücknahme und umweltfreundlicher Entsorgung durch den Anbieter,
- Rücknahme von Altgeräten durch den Lieferanten entsprechend der gesetzlichen Bestimmungen

2.3.1 Anforderungen an IT-Partner / Lieferanten

Bei der Auswahl von IT-Partnern bzw. Lieferanten soll auf folgende Aspekte geachtet werden:

- Funktionales Öko-System des Hardware-Lieferanten, z. B. für die Integration unterschiedlicher Hersteller,
- Gut dokumentierte Prozesse in Lieferung, Implementierung sowie Service und Support,
- Lieferfähigkeit der jeweils aktuellen Generation der Geräteausstattung, welche wesentlich zuverlässiger, von den Funktionalitäten her attraktiver und zukunftsfähig ist,
- Ausschluss bzw. Minimierung von Folgekosten bei Ausfall von Geräten (z. B. durch Versicherungsschutz),
- Bereitstellung eines angemessenen Pools an Austauschgeräten (Schlüssel mindestens 30:2),
- Individuelle Anpassungsmöglichkeiten von Images.

Mittelfristig wird das Land Sachsen-Anhalt eine Zertifizierung als empfohlener Partner bzw. Lieferant anbieten.

2.4 Gebrauchtergeräte

In der Praxis zeigt sich häufig, dass der Erwerb gebrauchter Hardware im Allgemeinen nicht wirtschaftlich ist, da sich der Aufwand für die Einrichtung und den Support deutlich erhöht. Zudem ist häufig die Gewährleistungsfrist bereits abgelaufen. Des Weiteren fördert die Beschaffung unterschiedlichster Gebrauchtergeräte die nachhaltige Zersplitterung der Schul-Infrastruktur und dient demnach nicht der Homogenisierung der Schul-IKT-Landschaft.

Für die IKT- Ausstattungsförderung durch das Land kommen Gebrauchtergeräte nicht in Betracht.

Auch bei der Annahme von Spendengeräten ist aufgrund der damit verbundenen Folgekosten (Support, Softwarebeschaffung oder Entsorgung) das Einvernehmen mindestens mit dem Schulträger herzustellen.

2.5 Leasing

Die Finanzierung von IT-System-Ausstattungen über Leasingverträge kommt dort in Betracht, wo die Verfügbarkeit der jeweils neuesten Technik unabdingbar ist. Im schulischen Einsatz muss wegen der bis zu fünfjährigen Nutzungsdauer eine kostengünstige Finanzierung der Leasing-Verträge über die gesamte Laufzeit gesichert werden. Insbesondere bei vorzeitiger Erneuerungsoption der IKT-System-Ausstattung können derartige Finanzierungsmodelle auch für Schulen interessant sein.

In jedem Fall ist eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchzuführen.

Leasingverträge sind nicht förderfähig im Sinne der IKT-Förderrichtlinie.

2.6 Systembetreuung

Je nach Komplexität der Aufgaben und Systeme kann es sinnvoll sein, die Aufgaben der Systembetreuung an der Schule auf ein bis zwei Personen zu verteilen. Dies entspricht einem modernen Wissensmanagement und sichert auch im Krankheitsfall die Betreuung der schulischen IT-Systeme.

Zu den weiteren Aufgaben der Systembetreuer zählen u. a.:

- Beteiligung an der Planung und Beschaffung von IT-Systemen,
- Koordination der Administration der IT-Ausstattung,
- Wartung und Instandhaltung der IT-Ausstattung.

Überdies kann eine externe Unterstützung bei der Systembetreuung notwendig sein. Dabei bieten sich der Abschluss von Wartungsverträgen, die Übertragung von technischen Pflegeaufgaben (z. B. an Praktikanten, Laboranten, IT-Auszubildende etc.) oder die technische Betreuung der Schulrechner durch EDV-Techniker der Schulträger an. Auch Fernwartung einzelner Server oder die Bereitstellung zentraler Dienste für mehrere Schulen (Shared Services) können hier ihren Beitrag leisten.

Mittelfristig wird das Land Sachsen-Anhalt, mit fortschreitender Standardisierung und Homogenisierung einen zentralen Support aufbauen und so die Schulen und Schulträger in Fragen der Administration, Wartung und Support effektiv unterstützen.

Dies bedeutet, dass die Systembetreuung innerhalb der Schulen zunehmend auf eine zentrale Administration überführt wird und die bisherigen Systembetreuer ihren eigentlichen Aufgaben verstärkt nachkommen können.

Für diesbezügliche Hinweise kann das Landesdemonstrationszentrum genutzt werden.

2.7 Konsistenz der Lösung

Bei der Anschaffung von neuer Hard- und Software muss ein besonderer Fokus auf die bereits vorhandene Infrastruktur gelegt werden. Diese muss skalierbar gestaltet sein, um so zusätzliche Möglichkeiten zu eröffnen, so dass u. a.

- Ressourcen besser genutzt werden und der Unterricht unter Einsatz von vorhandenen, aber auch neuer Lehrmittel erfolgen kann,
- neue Lehrmittel, periphere Geräte sowie Endgeräte der Lehrkräfte mit der bereits vorhandenen Ausstattung der Schule harmonisiert zusammenarbeiten können,
- durch Ergänzung der vorhandenen Infrastruktur ein neues Lehrpotenzial geschaffen und angewandt werden kann.

Im Rahmen der Akkumulation von Hardware-Komponenten ist auf eine konsequente Standardisierung zu achten. So können einheitliche technologische Komponenten den Supportaufwand explizit senken, da diese einheitlich und zentral administriert werden können.

Durch eine stetige Konsistenz solcher Lösungen werden die Lehrkräfte entlastet, da bereits vorhandene Medienkompetenzen für neue Lehrmittel genutzt werden können. Diese können auf Grund bereits vorhandener infrastruktureller Gegebenheiten wie bekannter Geräte, gezielt auf den schnelleren und besseren Einsatz der Lehrmittel gelegt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Erfahrungen der Lehrkräfte als private Nutzer von Informations- und Kommunikationstechnologien zudem eine wichtige Rolle in der Adaption neuer Umgebungen einnimmt. So führt die Ausstattung mit Hard- und Software, welche auch der Lebenswelt der Lehrkraft entspricht, zu einer deutlich schnelleren Umsetzung der persönlichen Kompetenzen auf den Unterricht. Daher ist bei einem System- bzw. Herstellerwechsel der zusätzliche Zeit- und Schulungsaufwand zu beachten.

2.8 Nutzungsordnung

Es wird empfohlen, sowohl mit den Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrkräften und dem Verwaltungspersonal eine Nutzungsordnung zum Umgang mit den IKT-Systemen zu vereinbaren.

Ist eine Protokollierung der Tätigkeiten im lokalen Netz, der Arbeit mit den sog. Lernumgebungen oder der Internet-Nutzung, die zeitlich begrenzte Speicherung der Log-Dateien und das Vornehmen von Stichproben gemäß Telekommunikationsgesetz vorgesehen, so ist dies nur dann zulässig, wenn die Nutzer eine entsprechende Einverständniserklärung abgegeben haben oder die IKT-Systeme der Schule ausschließlich zu schulischen Zwecken genutzt werden dürfen. Diese Punkte sollten in einer Nutzungsordnung geregelt werden.

Sollen schulische mobile Endgeräte im häuslichen Umfeld nutzbar gemacht werden können, wird empfohlen, hierfür eine Zusatzvereinbarung mit dem Nutzer zu schließen.

Ebenso wird empfohlen, die technischen und organisatorischen Voraussetzungen zur Nutzung privater Endgeräte (BYOD) im Schulnetz in einer Nutzungsvereinbarung zu regeln. Die dort vereinbarten Regeln sollten prinzipiell unabhängig vom benutzten Endgerät sein. In dieser Nutzungsordnung sollte auch auf mögliche Urheberrechtsverletzungen im Umgang mit dem Internet (Upload bzw. Download von Dateien) hingewiesen werden.

3 Infrastruktur-Architektur

Die Infrastruktur-Architektur stellt die unterste Ebene der gesamten Schularchitektur dar. Sie ist geprägt durch ihre Hardware- und Netzwerkelemente, aber auch durch die Grundbausteine der Informationssysteme, z. B. Betriebssysteme, Datenbanken etc.

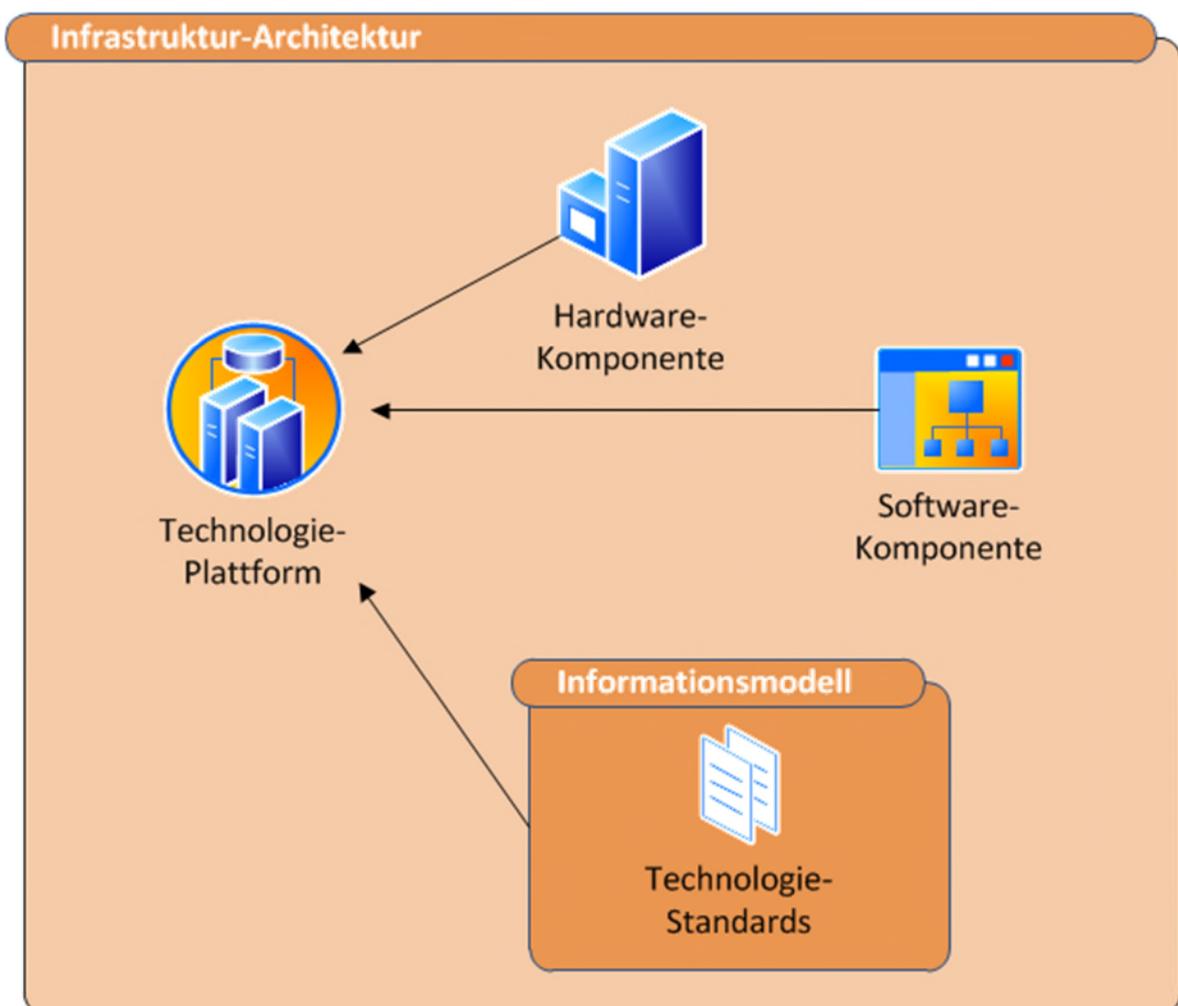


Abbildung 1 – Metamodell zur Technologie-Architektur

Das Zusammenspiel von Hardware mit der darauf installierten Software (z. B. Betriebssysteme, Anwendungssoftware (z. B. Büro-Software, Software für Fachanwendungen) in Verbindung mit den technologischen Standards (z. B. Internet-Protokolle, Datentypen etc.) ergeben die ganzheitliche Betrachtung einer sog. Technologie-Plattform.

Die nachfolgenden Kapitel geben einige Erläuterungen zu den Hardware- und Software-Komponenten in einer modernen Schule.

4 Infrastruktur-Komponenten und Netze

4.1 Internet-Zugang und –Bereitstellung

Ein Internet-Zugang (z. B. über Kabel oder DSL) ist für moderne Schulen unverzichtbar. Hierbei sind verschiedene organisatorische, technische und rechtliche Aspekte zu beachten.

Abhängig von der Nutzerzahl sowie den Anwendungen des schulischen Netzwerkes ist eine ausreichend hohe Bandbreite bei der Internet-Versorgung zu berücksichtigen. Bei hohen Nutzerzahlen sind VDSL- und Glasfaseranschlüsse oder alternativ Richtfunkanschlüsse zu bevorzugen.

Schulen, welche noch keinen Breitbandzugang zum Internet besitzen, wird empfohlen, über ihre Kommune eine Förderung des Breitbandausbaus durch das Land Sachsen-Anhalt zu beantragen. Nähere Informationen finden Sie unter:

<http://www.breitband.sachsen-anhalt.de/>.

Weitere Alternativen können zudem Funkstandards wie UMTS oder LTE aber auch ein Breitbandzugang via Satellit sein.

Bei Nutzung externer Dienste, z. B. Lernplattformen bzw. -umgebungen oder „Cloud-Diensten“ ist der steigende Bedarf an Upload-Geschwindigkeit zu berücksichtigen.

Grundsätzlich werden symmetrische Datenverbindungen empfohlen.

4.2 Internet-Gateway / Firewall-System

Über geeignete Lösungen hat die Schule soweit wie möglich sicherzustellen, dass minderjährige Schülerinnen und Schüler keinen Zugriff auf jugendschutzgefährdende Inhalte bekommen. Eine Internetfilterung unterstützt dabei und sorgt zudem für einen ausreichenden rechtlichen Schutz der Schule.

In aktuellen und künftigen Anwendungsszenarien ist die Abhängigkeit der Firewall-Regeln auf Basis von klassischen „portbasierenden“ Regelwerken nicht mehr ausreichend. Dies erfordert daher unbedingt Lösungen, die einen Anwendungs- und Benutzerkontext herstellen und ständig analysieren.

Wenn eine unbeaufsichtigte Nutzung des Internets erfolgt, sind alle Anmeldevorgänge und die anschließenden Nutzeraktivitäten im Internet zu protokollieren und für einen festgelegten Zeitraum zu speichern. Damit wird sichergestellt, dass die Schule bei strafrechtlichen Verstößen oder zivilrechtlichen Forderungen den Urheber bzw. die Urheberin des Schadens ermitteln kann. Jede Schule soll für die Internetnutzung der Schülerinnen und Schüler eine Nutzungsordnung erstellen, in der die wichtigsten Regeln und Vorgaben für die schulische Internetnutzung festgelegt sind. Alle Schülerinnen und Schüler sowie deren Sorgeberechtigten haben eine entsprechende Kennt-

nisnahme der Nutzungsordnung zu unterzeichnen, bevor der Zugang zum Internet für sie freigeschaltet wird.

Diese Hinweise gelten in besonderem Maße im WLAN, da gerade beim Einsatz mobiler Endgeräte eine permanente Beaufsichtigung nur schwer zu gewährleisten ist. Sofern schüler- bzw. lehreigene Geräte im Netz verwendet werden, sollte zudem eine Beschränkung des Schulnetzes auf bekannte und registrierte Geräte vorgenommen werden.

4.3 Lokales Netzwerk

Für die Schulgebäudevernetzung sind Mindestanforderungen zu erfüllen:

- Die zentralen Komponenten eines Netzwerkes (z. B. Router, Switches, Server) müssen besonders geschützt werden. Ein physikalischer Schutz ist gegeben, wenn diese Komponenten in einem separaten Serverraum oder in abschließbaren Verteilerschränken untergebracht sind.
- Die zentralen Komponenten des Schulnetzwerkes müssen gegen Manipulationen sowie vor nicht berechtigten Zugriffen geschützt sein. Konfigurationszugänge zu Netzwerkkomponenten müssen mit starken Passwörtern versehen sein. Eine Möglichkeit der Konfiguration dieser Komponenten aus dem Pädagogischen Netz ist nicht zulässig.
- Pädagogische Netze müssen zu bestimmten Zeiten (Unterrichtsbeginn und –ende) besondere Lastsituationen bewältigen können (hohes Datenaufkommen, Vielzahl gleichzeitiger Login- bzw. Logout-Vorgänge, verstärkte Zugriffe auf Datenspeicherung).

4.3.1 Ethernet-Netze (LAN)

Die Basis einer funktionierenden IT-Ausstattung ist grundsätzlich eine ausreichend dimensionierte Netzwerkstruktur. Grundlage – auch für WLAN-Ausstattungen – ist hierbei die kabelgebundene Vernetzung. Diese Netzwerk-Infrastruktur wird dabei nicht mehr nur für die Informationstechnologie genutzt, sondern auch für die Kommunikationstechnik sowie für Bereiche der Gebäude und Gebäudeleittechnik. Sie sollte daher großzügig und zukunftsorientiert geplant werden.

Bei Neu- und Umbauten müssen in allen Räumen ausreichend Netzwerkressourcen vorgesehen werden.

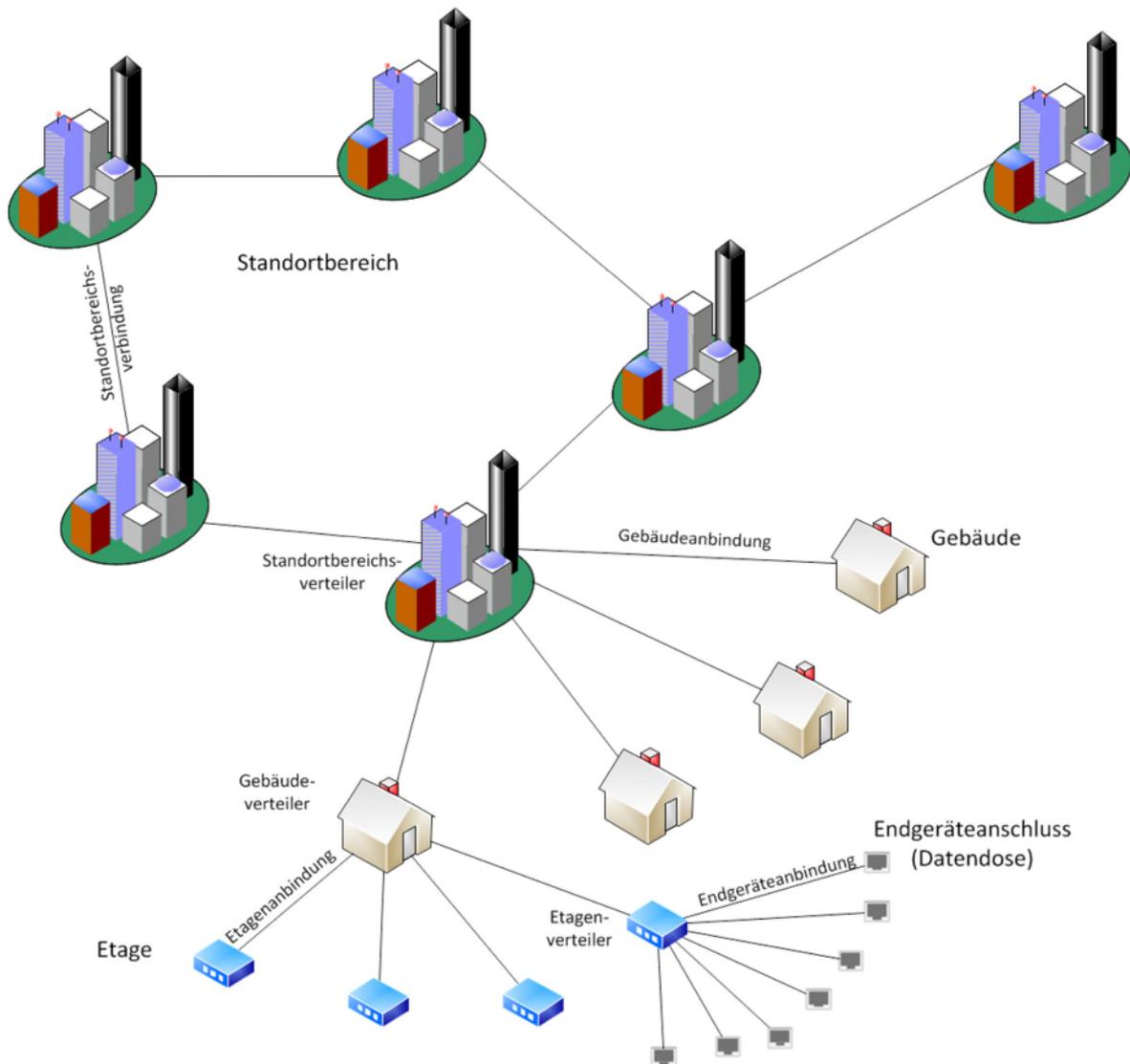


Abbildung 2 – Netzstruktur (schematisch)

Im Schulgebäude unterscheidet man regelmäßig zwischen einer Backbone-Verkabelung und der Arbeitsplatzverkabelung. Die Arbeitsplatzverkabelung (Anbindung der Clients) wird über eine Twisted-Pair-Verkabelung mit Gigabit-Ethernet-Protokoll (1 GBit / s) durchgeführt. Im Backbone-Bereich (Standortbereichs-, Gebäude-, Etagenanbindung) wird mindestens Gigabit-Ethernet (1 GBit / s) auf Lichtwellenleiter-Basis (LWL) empfohlen, je nach geplanter Nutzung kann auch eine höhere Bandbreite erforderlich werden (z. B. 10 GBit / s). Für die Anbringung von WLAN-Access-Points sind im Deckenbereich Netzwerkdosen sowie beim Einsatz von Beamern zusätzlich Stromsteckdosen zu berücksichtigen.

4.3.2 Funknetze (WLAN)

Der Einsatz mobiler Endgeräte, insbesondere Tablets oder Smartphones, ist ohne eine Funkanbindung nicht sinnvoll möglich. Ein Funknetz ergänzt die strukturierte Gebäudeverkabelung, kann

diese jedoch nicht ersetzen. Für stationäre IT-Geräte ist eine kabelgebundene Anbindung an das lokale Netz zu bevorzugen.

Die Anbindung von WLAN-fähigen Clients wird über Access-Points (AP's) realisiert. Der Betreuungsanteil eines WLAN-Netzes sowie die damit verbundenen Kosten sind deutlich höher als bei einer rein kabelgebundenen Vernetzung. Bei der WLAN-Ausstattung größerer Bereiche bzw. ganzer Schulgebäude (WLAN-Campus) wird der Einsatz zentral administrierbarer Systeme empfohlen.

Leistungsfähige AP's können auch über verschiedene SSID's mehrere voneinander getrennte Netze anbieten. Damit können die entsprechend gestalteten VLAN-Strukturen auch im WLAN abgebildet werden.

AP's sollen über eine derzeit übliche Übertragungsrate von bis zu 300 Mbit/s (IEEE 802.11 n-Standard) verfügen. AP's mit dem IEEE 802.11 ac-Standard ermöglichen eine deutlich höhere Übertragungsrate von bis zu 1.500 Mbit/s. AP's mit einer Stromversorgung via Ethernet (PoE) minimieren Aufwendungen zum Verlegen neuer Stromleitungen. Sie sind daher zu bevorzugen.

4.3.2.1 WLAN Site Survey

Um eine grundlegende WLAN-Ausleuchtung zu erreichen, sollte im Vorfeld eine WLAN Site Survey durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich um eine Besichtigung der Lokation(en) und Festlegung zum Standort für zentrale Ressourcen (z. B. Serverraum).

Dabei wird die optimale Verteilung und Position der neuen Datenanschlüsse festgelegt. Hierbei wird die Netzabdeckung und Leistung anhand der lokalen Gegebenheiten analysiert, visualisiert und optimiert.

Beim Einsatz von Laptop- oder Tabletklassen und Bring-Your-Own-Device-Szenarien ist eine kapazitätsorientierte Lösung zu bevorzugen. Hierfür ist mindestens ein AP je auszuleuchtender Lokation (Klassenzimmer, Lehrerzimmer o. ä.) zu beschaffen.

4.3.2.2 WLAN-Absicherung

Der Zugriff auf das Funknetz der Schule muss abgesichert und nur autorisierten Personen möglich sein. Dies wird erreicht z. B. durch

- eine verschlüsselte Verbindung (z. B. über WPA2), deren Schlüssel nur autorisierten Personen bekannt ist oder
- eine zentrale individuelle Authentifizierung (z. B. Hotspot-Lösung mit Captive Portal-Authentifizierung, MAC-Adressen-Filterung oder IEEE 802.1x und Radius-Server).

Die Absicherung des WLAN-Netzes kann ergänzt werden durch

- einen zeitlich begrenzten Zugang auf das Funknetz, z. B. nur während der Schulöffnungszeiten sowie
- eine Anpassung der Sendeleistung der AP's mit eigenen Antennen, die den Zugriff nur innerhalb eines bestimmten Bereiches erlauben.

4.3.2.3 Gesundheitsvorsorge

Vor einer Entscheidung zum Einsatz von WLAN ist die Thematik „Elektrosmog“ und „Strahlenschutz“ zu beachten. Es wird empfohlen, in dieser Problematik Einvernehmen mit allen Beteiligten herzustellen.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) empfiehlt bspw. als Vorsorgemaßnahme, kabelgebundene Alternativen vorzuziehen, wo dies möglich ist. Darüber hinaus wird empfohlen, zur Reduzierung der Strahlenbelastung bei Tablets oder Smartphones eine WLAN-Verbindung der Mobilfunkverbindung vorzuziehen.

Weitere Informationen finden Sie unter:

<http://lsaur.de/YH8h>

4.3.3 Funkbrücken (Richtfunk)

Die Verbindung zu einem Gebäudeteil, das mit Kabel nicht oder nur schwer erreichbar ist, ist über eine Funkbrücke möglich. Bei Sichtverbindung können mit geeigneten Antennen bis zu einigen Kilometern überbrückt werden.

4.3.4 Trennung der lokalen Netze in Teilnetze

Lokale Netze können in mehrere voneinander geschützte Teilnetze unterteilt werden. Jedes dieser Teilnetze ist ein eigenes Netz, in dem eigene Sicherheitsstandards definiert werden können. Die Teilnetze können über VLAN's oder über eine getrennte Verkabelung gebildet werden.

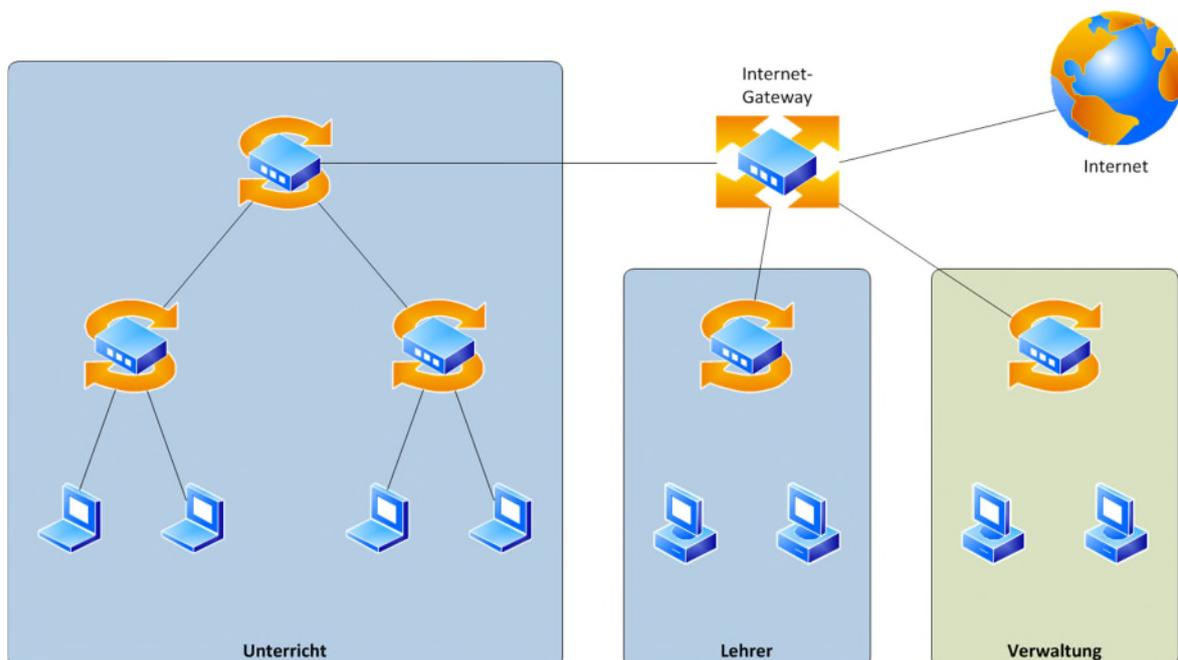


Abbildung 3 – Netzaufteilung

Zur Verbindung von Teilnetzen bzw. zur Kommunikation zwischen den Teilnetzen ist ein Router oder ein Layer-3-Switch notwendig. Damit lassen sich kontrollierbare Übergänge einrichten. Durch entsprechende Regeln wird festgelegt, zwischen welchen Netzen über welche Protokolle kommuniziert werden kann.

Hinsichtlich des Schutzbedarfes ist es sinnvoll, Verwaltungsbereich, Lehrerbereich und Schüler- / Unterrichtsbereich in verschiedene Netze zu trennen. Der Zugriff vom Schüler- / Unterrichtsnetz auf die beiden anderen Netze darf nicht möglich sein. Der Zugriff vom Lehrernetz auf das Verwaltungsnetz ist auf die notwendigen Verwaltungsprozesse zu beschränken.

Innerhalb des Unterrichtsnetzes können weitere Teilnetze gebildet werden (z. B. Computerräume, Fachräume o. ä.). Dies ist insbesondere bei Nutzung schüler- bzw. lehrereigener Geräte (BYOD) sinnvoll.

4.4 Access-Points

Auf Grund der angestrebten Management-Vereinfachung sollte das WLAN und LAN-System der Schule auf einer einheitlichen Hardware-Plattform aufbauen.

Die Access-Points in den Schulen sind für die drahtlose Kommunikation von schuleigenen Geräten (Notebooks, Tablets etc.) und eigenen Geräten der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrer vorgesehen. Die AP's werden in den Fluren, Klassenräumen; Aufenthalts- und Versorgungsräumen montiert. Alle AP's sollen mit zwei gleichzeitig nutzbaren Radiomodulen für je 2,4 GHz und 5 GHz ausgestattet sein. Zur weiteren Unterstützung sollen die AP's mehrere Netzwerke (SSID) je Signalband unterstützen. Der Anschluss der AP's an das Ethernet-Netzwerk der Schule erfolgt über Datendosen mit RJ 45-Anschluss, die Stromversorgung soll in der Regel über das Datennetzwerk erfolgen (Power over Ethernet [PoE]), eine gesonderte Stromversorgung sollte vermieden werden.

Bei der Beschaffung sollte bereits auf die Möglichkeit der Erweiterung des Netzes geachtet werden (Skalierbarkeit).

4.5 Ethernet-Switches

Switches werden für die Anbindung von Endgeräten, Servern oder Netzwerkgeräten vorgesehen (Access-Switches). Es handelt sich hierbei um eine Art Vermittlungsstelle in einem Netzwerk.

Es können einfache, nicht konfigurierbare Switches, Layer-2-Switches und Layer-3-Switches mit Routing-Funktionalitäten zum Einsatz kommen.

5 Arbeitsplatz-Komponenten

5.1 Arbeitsplatzrechner

Sofern kein mobiler Einsatz notwendig und ein fester Standort gewünscht ist, kommen sog. Desktop-PC zum Einsatz. Klassische Einsatzszenarien hierfür sind Computer-Kabinette sowie der Verwaltungsbereich der Schule.

Desktop-PC sind in der Regel robuster als mobile Endgeräte. Reparaturen und Aufrüstungen können bei Bedarf einfach durchgeführt werden und Peripheriegeräte einfach getauscht werden.

In Computer-Kabinetten soll idealerweise für jeden Schüler ein Arbeitsplatz zur Verfügung stehen. Eine Präsentationseinrichtung sowie ein Drucker sollen obligatorisch sein. Weitere Peripheriegeräte (z. B. Scanner o. ä.) können je nach Unterrichtsinhalt ebenfalls zum Einsatz kommen.

5.2 Laptops

Bei der Beschaffung von schuleigenen Laptops soll auf eine robuste Verarbeitung geachtet werden. Die Akkulaufzeit sollte möglichst so ausgelegt sein, dass die Geräte weitestgehend ohne Aufladen den gesamten Schultag genutzt werden können.

Für die Aufbewahrung und den Transport der Laptops gibt es verschiedene Lösungen. So gibt es Kofferlösungen aber auch Laptopwagen. Bei der Auswahl ist u. a. auch auf die baulichen Gegebenheiten zu achten. Laptopwagen können keine Treppen überwinden.

5.3 Tablets

Tablets sind mobile Endgeräte mit einer Bildschirmdiagonale von 7" bis 13", welche über das Touch-Display angesteuert werden. Häufig verfügen diese Geräte nicht über eine eigene Tastatur. Sie bieten jedoch aufgrund ihres geringen Gewicht und der langen Akkulaufzeiten sehr gute Möglichkeiten für einen flexiblen Einsatz im Unterricht.

Für einen vollwertigen Einsatz von Tablets in der Schule ist zwingend eine funktionierende WLAN-Struktur (Campus-WLAN) aufzubauen.

5.4 Nutzereigene Geräte (BYOD)

Schülerinnen und Schüler, aber auch Lehrkräfte wollen verstärkt mit eigenen mobilen Endgeräten auch im schulischen Umfeld arbeiten (Bring-Your-Own-Device [BYOD]).

Nutzereigene mobile Endgeräte benötigen eine umfassende WLAN-Infrastruktur.

Die Einführung von BYOD-Szenarien in einer Schule stellt erhebliche Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Sicherheit der technologischen Infrastruktur einer Schule.

Daher ist zunächst ein umfassendes BYOD-Konzept zu erarbeiten, das neben den technologischen Anforderungen, Zugangsvoraussetzungen auch Themen, wie Versicherungsschutz, Haftungsproblematiken etc. berücksichtigt. Zudem ist ein Pool aus schuleigenen Geräten vorzuhalten.

5.5 Arbeitsplatz mit Präsentationseinrichtung

Zu Demonstrationszwecken und anderen Präsentationen für den Unterricht ist in allen Unterrichtsräumen eine Großbilddarstellung notwendig.

Dabei kommen folgende Geräte zum Einsatz:

- PC oder Laptop,
- Soundsystem,
- Dokumentenkamera (Visualisierer),
- Beamer mit Projektionsfläche, interaktive Whiteboards oder interaktive Touch-Displays,
- Display-Adapter bei Nutzung mobiler Endgeräte.

Die Dokumentenkamera (Visualisierer) wird über VGA oder HDMI mit dem Projektionsgerät verbunden und ersetzt die klassischen Overhead-Projektoren. Dokumentenkameras können zusätzlich mit PC oder Laptop verbunden werden. HDMI-Verbindungen sind vorteilhaft, da diese zusätzlich Audio-Signale übertragen können.

Sollen Präsentationen über ein Tablet oder Smartphone erfolgen, wird ein sog. Display-Adapter benötigt. Üblich sind hier z. B. Miracast, Apple AirPlay oder Microsoft Display Adapter.

5.5.1 Lehrkräfte-Rechner

Der Rechner einer Lehrkraft muss vielseitig einsetzbar sein. Es ist darauf zu achten, dass der Rechner ohne zusätzliche Hilfsmittel mit allen anderen digitalen Peripheriegeräten (z. B. Whiteboard, Touch-Display, Beamer, Drucker etc.) der Schule interagieren kann und die pädagogische Software (Programme, elektronische Bücher, Internetanwendungen, Lernplattformen etc.) vollumfänglich funktionsfähig ist.

5.5.2 Interaktive Whiteboards / interaktive Touch-Displays

Mit interaktiven Whiteboards / Touch-Displays haben die Lehrkräfte die Möglichkeit, den PC oder Laptop über die Projektionsfläche zu bedienen oder die Projektionsfläche wie eine digitale Schreibtafel zu nutzen.

In den Unterrichtsräumen wird empfohlen, zusätzlich zur Präsentationseinrichtung eine klassische Tafel oder eine andere Schreibfläche zur Verfügung zu stellen.

6 Software und Betriebssysteme

6.1 Standardsoftware, Branchensoftware, Pädagogische Software

Vor der Beschaffung von Software sollen die gesamten damit verbundenen Ressourcen und Kosten betrachtet werden (z. B. Installation der Software, Schulung der Lehrkräfte, ggfs. notwendige Supportverträge mit dem Hersteller, Wechselwirkungen mit anderer Software).

Das Land Sachsen-Anhalt plant einen Rahmenvertrag mit Microsoft über die Ausstattung der Schulen mit dem Microsoft Education Desktop. Dieser beinhaltet:

- Windows Upgrade Lizenz,
- Office 201x
- Server-Zugriffslizenz

Mit Beitritt der jeweiligen Organisationseinheit besteht die Möglichkeit, sämtliche Arbeitsplatzrechner einer Schule mit dieser Standardsoftware und –betriebssystem auszustatten. Der Beitritt der Organisationseinheiten erfolgt auf freiwilliger Basis.

Hinweis: Sofern die Organisationseinheit die Möglichkeit des Beitritts wählt, ist bei der Beschaffung von Endgeräten darauf zu achten, dass mit diesen Endgeräten mindestens eine vorinstallierte OEM-Lizenz des Windows-Betriebssystems erworben wird.

Darüber hinaus ist in großem Umfang freie oder für Schulen kostenlose Software erhältlich, die den Anforderungen der Schule entspricht.

In den berufsbildenden Schulen muss bei der Auswahl der Software ggfs. auf die Belange der Ausbildungsbetriebe Rücksicht genommen werden.

6.2 Arbeitsplatzbetriebssysteme

Klassische Betriebssysteme für Arbeitsplatzrechner sind Windows, Linux und MacOS, wobei Windows an den Schulen Sachsen-Anhalts bereits einen großen Verbreitungsgrad besitzt. Bei diesen Betriebssystemen stehen alle in einer Schule üblichen Standardanwendungen zur Verfügung.

Bei Beschaffung von Windowsbetriebssystemen wird mindestens Windows 7 empfohlen.

Linux mit seinen verschiedenen Derivaten sowie MacOS stellen Alternativen zu Windows dar und bieten für viele Standardanwendungen freie Software.

6.3 Serverbetriebssysteme

Üblicherweise sind die Clients in ein Netzwerk eingebunden und können in diesem Netzwerk zentrale Dienste eines Servers nutzen. In Betracht kommen hierbei primär Windows- oder Linux-Server. Bei allen Servern sind fundierte Kenntnisse zu deren Struktur, zu deren Administration sowie zum Aufbau des Rechtesystems notwendig.

Für reine Fileserverdienste (Datenablage oder Datenaustausch) eignen sich auch NAS-Systeme (siehe auch B.1 – Serverloses Netzwerk). Die Administration des NAS erfolgt über eine Weboberfläche und ist viel einfacher als bei einem traditionellen Server. Einfache NAS-Systeme eignen sich z. B. für kleinere Schulformen (Grundschulen).

Für die konkrete Entscheidung, welches System gewählt wird, sind die Kompetenz und Erfahrung der jeweiligen Systembetreuerin oder Systembetreuer in Zusammenarbeit mit dem Schulträger notwendig.

7 Administrative Aufgaben und Systemlösungen

7.1 Installation von Arbeitsplatzrechnern

Bei einer großen Anzahl von Arbeitsplatzrechnern an den einzelnen Schulen ist es notwendig, die Installation von Betriebssystemen und Software zu automatisieren. Bewährt hat sich hierbei das sog. Klonen eines Modellarbeitsplatzes auf alle anderen Arbeitsplätze mittels Einsatz einer Imaging-Software.

7.2 Installation von Software

Die Installation von Software in einem Schulnetz ist ein komplexer und zeitaufwändiger Vorgang. Vor allem die Anpassung aller Arbeitsplatzsysteme an die neue Software kann problematisch werden.

Empfohlen wird hierzu die Einrichtung eines Modellarbeitsplatzes und dessen Image entsprechend zu klonen (siehe 7.1).

7.3 Schutz der Arbeitsplatzsysteme vor Veränderungen

Grundsätzlich hat jeder Nutzer mit physikalischem Zugriff auf einen Computer diverse Manipulationsmöglichkeiten. Dennoch sollen die Client-Systeme ohne arbeitsintensive administrative Eingriffe in einem funktionierenden Zustand gehalten werden.

Schülerinnen und Schüler sowie die Lehrkräfte sollen nur mit eingeschränkten Rechten und nicht als Administrator am Rechner arbeiten. Bei Windows-Systemen, die in eine Domäne eingebunden sind, lassen sich über Gruppenrichtlinien mögliche Veränderungen am Client-System weitestgehend vermeiden. Dies setzt jedoch gute Systemkenntnisse voraus (siehe auch 6.3).

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung sog. Protektor-Software, die schreibende Zugriffe auf die Festplatte in einen virtuellen Bereich verlagert und somit nach jedem Neustart des Computers alle Änderungen verwirft.

Zusätzlich sollte ein möglichst schnelles und automatisiertes Verfahren zur Neuinstallation bzw. zum Klonen der Arbeitsplätze vorbereitet sein.

7.4 Sicherheitsupdates

Durch die Komplexität heutiger Betriebssysteme und Anwendungen werden Sicherheitslücken bekannt, die dazu führen können, dass diese Rechnersysteme angreifbar werden. Um diese Gefährdungen zu minimieren, bieten die Betriebssystem- und Softwarehersteller Sicherheitsupdates an, die regelmäßig zu installieren ist. Dies betrifft neben den Betriebssystemen (Windows, MacOS und Linux) auch Anwendungssoftware und Plugins (z. B. Java, Flash-Player, PDF-Reader etc.).

Rechnersysteme (Server und Arbeitsplatzrechner), die regelmäßig aus dem Internet erreichbar sind, sind ständig auf einem aktuellen Stand zu halten. Die regelmäßige Installation von Sicherheitsupdates ist darüber hinaus bei allen mobilen Endgeräten notwendig, bei Rechnern, die sensible Daten enthalten oder im Zugriff haben sowie bei allen Rechnersystemen, die nicht durch andere Maßnahmen (z. B. Protektor-Software, Cloning etc.) geschützt sind.

7.5 Virenschutz

Unverzichtbar ist ein Viren-Scanner mit stets aktuellen Antivirensignaturen auf allen Clients und Servern zur automatischen Überprüfung aller von portablen Medien (z. B. USB-Sticks o. ä.) oder aus dem Internet geladenen Dateien. Ebenso wichtig ist die Sensibilisierung und Schulung der Anwender.

7.6 Datensicherung

Zur Datensicherung (Backup) stellen externe Festplatten bzw. SSD-Speicher oder NAS-Systeme, eine redundante Verteilung der Daten auf mehrere Rechner oder Backup-Server sinnvolle Möglichkeiten dar. Die regelmäßige Datensicherung sollte automatisiert und ohne Nutzereingriffe erfolgen.

Hilfsweise können zur Datensicherung DVD's als Medium genutzt werden.

Zunehmend werden auch Cloud-Backup-Lösungen angeboten, die als Ergänzung zur lokalen Datensicherung für Schulen sinnvoll sein können. Dabei sind jedoch die datenschutzrechtlichen Bestimmungen zu beachten.

Mittelfristig wird das Land Sachsen-Anhalt eine solche Cloud-Lösung anbieten.

7.7 Terminalserver-Systeme

Eine Alternative zu eigenständigen Clients stellen Konzepte mit Terminalservern dar, die mit den gängigen Betriebssystemen realisierbar sind. Dabei dienen die Clients nur als Zugangrechner, die Anwendungen laufen auf einem Terminalserver. Als Terminals eignen sich sog. Thin-Clients oder auch normale, auch ältere Arbeitsplatzcomputer unter Windows und Linux.

Bei Nutzung von Standardsoftware (Office-Anwendungen, Internet, E-Mail) gibt es sehr gute Erfahrungen. Die Anwendungen mit höheren Anforderungen an die Hardware (z. B. CPU, Grafikleistung), z. B. bei 3D- oder Multimediaanwendungen oder CAD-Systemen wird eine Terminalserver-Lösung nicht empfohlen.

7.8 Virtualisierung von Serversystemen

In vielen Schulnetzen sind mehrere Server (Windows- oder Linux-Server) im Einsatz. Sinnvollerweise werden diese Systeme als virtuelle Maschinen betrieben (z. B. aus einem ESXi-, Hyper-V- oder Xen-Host). Dies spart erhebliche Ressourcen und erleichtert deren Administration. In einer VLAN-Infrastruktur lassen sich die einzelnen virtuellen Systeme unterschiedlichen VLAN-Netzen zuordnen (z. B. Unterrichtsnetz, Verwaltungsnetz [vgl. 4.3.4]).

Für die Administration von ESXi- oder Hyper-V-Servern sind explizite Kenntnisse erforderlich.

7.9 IT-Systemlösungen für Schulen

Auf dem Markt wird eine Reihe von IT-Systemlösungen für Schulen angeboten, die alle gewünschten Funktionalitäten für Schulen abdecken sollen. Jedoch sind diese Lösungen zum Teil äußerst komplex und erfordern einen gesonderten Aufwand für Systembetreuer und Schulträger. Der finanzielle Aufwand für solche Lösungen ist ebenfalls nicht zu unterschätzen.

Solche Systemlösungen sollten erweiterbar sein und moderne Konzepte und Vorstellungen der Schulen (z. B. Integration von mobilen Endgeräten) nicht behindern. Vor Beschaffung solcher Systemlösungen ist daher zu prüfen, welche Funktionalitäten für die Schule notwendig sind und ob der daraus resultierende Folgeaufwand gerechtfertigt ist.

Zudem kann es bei Beschaffung solcher Lösungen von Vorteil sein, wenn mehrere Schulen im Zuständigkeitsbereich des Schulträgers sich für ein solches System gemeinsam entscheiden.

7.10 Spezielle Peripherie

Der Einsatz von IT-Systemen im Fachunterricht (z. B. Mathematik, Physik, Chemie, Kunst, Musik, Technik o. ä.) erfordert ggfs. zusätzliche Peripherie (z. B. Schnittstellen zur Prozessdatenverarbeitung, Videoausrüstung, hochwertige Soundkarten, Plotter, 3D-Drucker etc.).

Weitere Peripherie kann im Förderbereich oder zur Inklusion notwendig sein. Dies betrifft vor allem die Eingabe- und Ausgabeschnittstellen. Als Beispiele seien hier spezielle Braille-Tastaturen und -Drucker für Blinde, programmgesteuerte Sprachkontrolle oder Bildtelefonie für Hörgeschädigte und im Bereich der Sprachförderung oder programmierbare Tastaturen für Körperbehinderte genannt.

Nähere Informationen sind bei den Fachberatern für Förderschulen erhältlich.

7.11 Externe serverbasierte Dienste

Bei einer zuverlässigen und breitbandigen Anbindung an das Internet können Serverdienste, z. B. Dateiablagen und Lernplattformen zentral genutzt werden. Dadurch werden Ressourcen innerhalb der Schule eingespart und der Zugriff auf die Datenbestände wird für die Schülerinnen und Schüler sowie für die Lehrkräfte auch von zu Hause aus möglich.

Die datenschutzrechtlichen Aspekte sind zu beachten.

Auf Kapitel 7.6 wird verwiesen.

7.12 Integrations- und Handhabungskosten

Durch eine einheitliche Infrastruktur entsteht nicht nur ein Kostenersparnis auf Grund weniger aufwändiger Integrationen in kürzerer Zeit, sondern auch eine Reduktion der laufenden Handhabungskosten. Hierbei sind die Kosten für administrative Dienste bereits im besten Fall enthalten. Es ist zudem darauf hinzuweisen, dass ein Service per Fernwartung in den meisten Fällen als vorteilhaft zu bewerten ist, da so weitere Kosten gesenkt werden können.

7.12.1 Ausblick auf die Entwicklung von IT-Administrationsdiensten

Bisher basierten die Computer-Unterrichtsmodelle auf der Arbeit der Lehrkräfte. Ein solches Modell hat seinen Zweck in kleineren Netzwerken erfüllt, insbesondere wenn das Konzipieren, Installieren und Konfigurieren von IT als Lehrstoff genutzt wird. Mittlere Netzwerke mit zahlreichen angeschlossenen Systemen und Peripheriegeräten (Drucker, Multimedia-Whiteboards usw.) bedeuten für Bildungseinrichtungen eine kritische Infrastruktur. Sobald Schüler und Lehrkräfte die eigenen Computer integrieren um Netze und Systeme zu nutzen, wird der Betrieb komplex werden und professionellen Betrieb erfordern.

Glossar

A

Access Point

Access Point bieten ein WLAN an und fungieren damit als Basiseinheit für damit verbundene mobile Endgeräte. Im Regelfall werden Access Points über ein LAN mit dem lokalen Netz und dem Internet verbunden. Professionelle AP's werden zentral verwaltet und bieten auch die Möglichkeit, über verschiedene SSID's mehrere getrennte Netze (VLAN's) anzubieten.

AirPlay

AirPlay ist eine proprietäre Schnittstelle zur kabellosen Übertragung von Inhalten von iOS- und OS X-Geräten über die Software iTunes auf AirPlay-fähige Empfängergeräte wie Lautsprecher, AV-Empfänger, Stereosysteme und Fernseher.

Authentifizierung

Authentifizierung ist der Nachweis (Verifizierung) einer behaupteten Eigenschaft einer Entität, die beispielsweise ein Mensch, ein Gerät, ein Dokument oder eine Information sein kann, und die dabei durch ihren Beitrag ihre Authentisierung durchführt.

B

Backbone

Das Backbone-Netz ist ein Hochleistungsnetz magistralen Charakters (Hauptnetz), das den Anschluss einer Vielzahl von territorial verteilten Endgeräten, Endgeräte-Clustern oder lokalen Subnetzen erlaubt wie Lokale Netze (LAN), Nebenstellenanlagen und Terminalnetze, und diese Netze und Systeme untereinander verbindet.

Backup (Datensicherung)

Eine inkrementelle oder vollständige Sicherung von Dateien, Verzeichnissen oder ganzen Datenträgern hilft Datenverlusten vorzubeugen.

Breitband

Unter Breitband versteht man ein Internetzugang mit einer hohen Datenübertragungsrate.

C

Captive Portal

Über ein Captive Portal besteht die Möglichkeit, den Zugriff auf ein Netzwerk, im Regelfall auf das Internet, zu steuern. Nach dem Verbinden mit einem LAN oder WLAN wird der Nutzer, die Nutzerin auf eine spezielle Website umgeleitet, welche die Eingabe von Benutzerdaten abfordert. Das Log-Out erfolgt zeitgesteuert oder über eine manuelle Abmeldung.

Cloud-Computing

Cloud Computing beschreibt einen internetzentrierten Entwicklungsansatz, bei dem ein Anbieter komplexe Leistungen aus Soft- und Hardware in Form eines abstrakten Dienstes bereitstellt. Speicher, Rechenzeit oder komplexere Dienste können über festgelegte Schnittstellen abgefordert werden, wobei es keine Rolle spielt, auf welcher Hardware diese letztendlich ausgeführt werden.

G

Gateway

Als Gateway bezeichnet man Geräte, die Netze mit unterschiedlicher Kommunikationsarchitektur (bzw. auf dem Niveau der niedrigsten Hierarchieschicht) verbinden.

H

Hot-Swap

Ein Qualitätsmerkmal eines RAID-Systems ist, dass die Festplatten im laufenden Betrieb ausgewechselt werden können und somit der Datenzugriff nicht unterbrochen werden muss.

I

Intrusion Prevention

Das Intrusion Prevention System (IPS) dient der Identifikation von Anwendungen und Protokollen unabhängig vom genutzten Port und der Berücksichtigung externer Datenquellen, wie zum Beispiel Verzeichnisdienste mit Benutzerdaten.

IP-Adresse

Die IP-Adresse ist eine weltweit eindeutige logische Adresse für das IP-Protokoll.

L

LAN (Lokales Netz, Local Area Network)

Das LAN ist ein Kommunikationssystem mit territorial beschränkter Ausdehnung (Etage, Gebäude, Campus) und einer Reihe kommunikationstechnischer Besonderheiten.

M

MAC-Adresse

Die MAC-Adresse ist eine individuelle Hardware-Adresse jedes einzelnen Netzwerkadapters (Netzwerkkarte) zur eindeutigen Identifikation des Gerätes im Netz. Bei Ethernet ist sie 48 bit lang. Anhand von MAC-Adressen können MAC-Frames ihr Ziel erreichen, wenn die Ziel-MAC-Adresse in einem Frame mit der MAC-Adresse eines Computers im LAN übereinstimmt. MAC-Adressen und MAC-Adressierung sind Bestandteil von OSI-Schicht 2.

MAC-Adressen-Filterung

Mithilfe der MAC-Adressen-Filterung werden nur Geräte mit bekannten MAC-Adressen in einem Netzwerk zugelassen. Sie stellt damit eine Sicherheitsstufe dar, mit der verhindert werden soll, dass sich unbefugte Computer in einem Netzwerk befinden. Da sich die MAC-Adresse jedoch ändern lässt, ist eine MAC-Adressen-Filterung als alleiniger Sicherheitsmechanismus nicht ausreichend.

MIMO

Als MIMO oder Multiple Input Multiple Output (engl. für mehrfache Eingabe/mehrfache Ausgabe) wird eine Funktechnologie bezeichnet, bei der mehrere Sendee- und Empfangsantennen benutzt werden, um eine optimale Übertragungsleistung zu erzielen.

Miracast

Miracast ist ein Peer-to-Peer-Funk-Screencast-Standard, der von der Wi-Fi Alliance definiert wurde. Er wird als offener Standard gegenüber Apples AirPlay, Samsungs Screen Mirroring und Intels Wireless Display (WiDi) angesehen, obwohl die Spezifikationen des Standards Entwicklern nur nach der Bezahlung eines hohen Geldbetrages zur Verfügung gestellt werden. Der Standard ermöglicht zum Beispiel, den Bildschirminhalt eines Smartphones oder eines Rechners, etwa für Präsentationen, auf einen großen Monitor oder Videoprojektor zu übertragen.

R

Radius-Server

Ein Radius-Server stellt einen zentralen Authentifizierungsdienst zur Verfügung, bei dem sich der Nutzer, die Nutzerin z. B. in einem WLAN anmelden kann. Dieser kann auch an eine vorhandene Benutzerdatenbank bzw. an einen vorhandenen Verzeichnisdienst angebunden sein.

S**Secure Shell (SSH)**

SSH ist ein Protokoll zur Anmeldung auf einem entfernten Rechner. Die Kommunikation erfolgt verschlüsselt und kann daher als sicher erachtet werden. SSH ist Telnet vorzuziehen.

Shared Service

Shared Service ist ein Organisationsmodell, mit dem Dienstleistungen (Services) der zentralen Verwaltung und deren Verwaltungsbereiche, Verwaltungseinheiten oder Abteilungen verknüpft und in einer spezifischen, kundenorientierten Organisationseinheit (Center) zusammengefasst werden. Auf diese Services können die einzelnen Verwaltungsbereiche, Verwaltungseinheiten oder Abteilungen dann nach Bedarf (shared) zugreifen.

Skalierbarkeit

Unter Skalierbarkeit versteht man im Bereich der IKT-Infrastruktur die Fähigkeit eines Systems aus Hard- und Software, die Leistung durch das Hinzufügen von Ressourcen in einem definierten Bereich proportional (bzw. linear) zu steigern.

Stateful Inspection

Stateful Inspection ist ein Firewall-Leistungsmerkmal. Dieses Verfahren entscheidet anhand mehrerer Kriterien, ob ein eingehendes Datenpaket weitergeleitet oder verworfen wird. Z. B. wird der Zielport als Kriterium verwendet. Ist in der Firewall für diesen Port kein Server angegeben, werden die Datenpakete für diesen Port verworfen. Zudem wird überprüft, ob eingehende Datenpakete zu zuvor gesendeten Datenpaketen in Beziehung stehen.

T**Telnet**

TelNet ist das grundlegende Protokoll zur Anmeldung auf einem entfernten Rechner. Es bietet keinerlei Sicherheitsfunktionen, insbesondere werden Passwörter im Klartext übertragen. Daher ist SSH Telnet vorzuziehen.

Thin-Client

Ein Thin-Client enthält lediglich eine Benutzeroberfläche sowie Funktionen zur Kommunikation mit seinem Server.

V**Virtual Private Network (VPN)**

VPN ist ein logisches privates Netzwerk auf einer öffentlich zugänglichen Infrastruktur. Nur die Kommunikationspartner, die zu diesem privaten Netzwerk gehören, können miteinander kommunizieren und Informationen und Daten austauschen.

Virtualisierung

Unter Virtualisierung versteht man Methoden zur Abstraktion, die es erlauben, dem Benutzer scheinbar vorhandene Ressourcen so verfügbar zu machen, als wären sie real vorhanden.

VLAN (Virtual LAN)

Das VLAN ist ein virtuelles lokales Netz mit gemeinsamem Adressraum, das durch Zusammenschalten von LAN-Komponenten aus verschiedenen LAN-Segmenten entsteht.

W**WAN (Wide Area Network, Weitverkehrsnetz)**

Ein WAN ist ein Kommunikationsnetz für die Überbrückung größerer Entfernungen, z. B. Land, Kontinent, interkontinental.

Abkürzungsverzeichnis

A

ADSL Asymmetric DSL
ANSI American National Standards Institute
AP Access Point

B

BfS Bundesamt für Strahlenschutz
BYOD Bring Your Own Device

C

CAD Computer Aided Design
cd / m² Candela je Quadratmeter
CE Communauté Européenne (Europäische Gemeinschaft)
CPU Central Processing Unit

D

dB Dezibel
DDR Double Data Rate
DHCP Dynamic Host Configuration Protocol
DNS Domain Name System
DSL Digital Subscriber Line
DVD Digital Versatile Disk
DVI Digital Video Interface

E

EDV Elektronische Datenverarbeitung
EMV Elektromagnetische Verträglichkeit
EN Europäische Norm

F

FTP File Transfer Protocol

G

GB Giga-Byte
GBIC Gigabit Interface Converter
GBit / s Gigabit pro Sekunde
GHz Giga-Hertz
GS Geprüfte Sicherheit

H

HDD Hard Disk Drive
HDMI High Definition Multimedia Interface
HTML Hypertext Markup Language
HTTP Hypertext Transfer Protocol
HTTPS HTTP Secure

I

IEEE.....	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IKT.....	Informations- und Kommunikationstechnologie
IP.....	Internet Protocol
IPS.....	Intrusion Prevention System
IPsec.....	Internet Protocol Security
iSCSI.....	SCSI over Internet, Internet SCSI
IT.....	Informationstechnologie

L

L2TP.....	Layer 2 Tunneling Protocol
LAN.....	Local Area Network
LISA.....	Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung Sachsen-Anhalt
LTE.....	Long Term Evolution
LWL.....	Lichtwellenleiter (Glasfaser)

M

MAC.....	Media Access Control
MBit / s.....	Megabit pro Sekunde
MIMO.....	Multiple Input / Multiple Output
MPpS.....	Million Packets per Second
MT / s.....	Mega-Transfers pro Sekunde

N

NAS.....	Network Attached Storage
NFS.....	Network File System

O

OEM.....	Original Equipment Manufacturer, Original Equipment Manufacturer
OSI.....	Open Systems Interconnection

P

PC.....	Personal-Computer
PDF.....	Portable Document Format
PoE.....	Power over Ethernet
PPPoE.....	Point to Point Protocol over Ethernet
PPTP.....	Point to Point Tunneling Protocol
PSK.....	Pre-Shared Key

Q

QoS.....	Quality of Service
----------	--------------------

R

RAID.....	Redundant Array of Inexpensive / Independent Disks
RAL.....	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung-Umweltzeichen
RAM.....	Random Access Memory
RDIMM.....	Registered Dual Inline Memory Module
RJ.....	Registered Jack

S

SAS.....	Serial Attached SCSI
SATA.....	Serial Advanced Technology Attachment

SCSI	Small Computer System Interface
SD	Secure Digital Memory
SDSL.....	Symmetric DSL
SFP	Small Form-Factor Pluggable
SMB	Server Message Block
SQL.....	Structured Query Language
SSD.....	Solid State Drive
SSH.....	Secure Shell
SSID.....	Service Set Identifier
SSL	Secure Sockets Layer

T

TB.....	Terra-Byte
TCO	Tjänstemännens centralorganisation
Telnet	Teletype Network
TFT	Thin-film Transistor

U

UMTS.....	Universal Mobile Telecommunications System
URL	Uniform Resource Locator
USB	Universal Serial Bus

V

VDSL	Very High-Bit-Rate DSL
VGA.....	Video Graphics Adapter
VLAN.....	Virtual LAN
VoIP	Voice over IP
VPN.....	Virtual Private Network

W

WAN	Wide Area Network
WLAN.....	Wireless LAN
WPA.....	WiFi Protected Access
WPS	WiFi Protected Setup
WXGA	Wide Extended Graphics Array

Literaturverzeichnis

Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst. 2015.

Beraterkreis zur IT-Ausstattung von Schulen - Votum 2015. [Online] Oktober 2015.
<https://www.mebis.bayern.de/votum>.

Bundesverband der Unfallkassen. 2002. Sicher und fit am PC in der Schule -

Mindesansforderungen an Bildschirmarbeitsplätze in Fachräumen für Informatik. [Online]
GUV-SI 8009, Juni 2002. [Zitat vom: 19. November 2015.]
<http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/SI-8009.pdf>.

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. 2015. Bildschirm- und Büroarbeitsplätze -

Leitfaden für die Gestaltung. [Online] DGUV Information 215-410, September 2015. [Zitat vom: 19. November 2015.] <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/215-410.pdf>.

Ministerium für Schule und Berufsbildung des Landes Schleswig-Holstein. 2015. Empfehlungen für die schulische IT- und Medienausstattung in Schleswig-Holstein. Kiel : s.n., August 2015.

Schneider, Uwe und Werner, Dieter. 2007. *Taschenbuch der Informatik*. 6. Auflage. München : Carl Hanser Verlag, 2007. 978-3-446-40754-1.

Rechtliche Grundlagen

B

BDSG

Bundesdatenschutzgesetz <http://lsaur1.de/vTEq>

BildscharbV

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung) <http://lsaur1.de/66yc>

D

DSG LSA

Gesetz zum Schutz personenbezogener Daten der Bürger (Datenschutzgesetz Sachsen-Anhalt) <http://lsaur1.de/9oF4>

G

GWB

Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen <http://lsaur1.de/XcHk>

T

TKG

Telekommunikationsgesetz <http://lsaur1.de/uQBn>

V

VgV

Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung) <http://lsaur1.de/umaC>

VOL/A

Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen 2009 Teil A – Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Leistungen <http://lsaur1.de/SxvP>

Index

A

Access-Point	22, 24
Administration.....	15
Analyse	
Bedarf.....	11
Integration.....	11
Ist.....	11
Matrix.....	11
Nachhaltigkeit	11
Schulform	11
Support.....	11
Vertrag	11
Ausschreibung.....	12
Authentifizierung	22

B

Backbone.....	21
Backup.....	31
Beratung.....	12
Beschaffung.....	12
Breitband.....	19

C

Cloud	31
-------------	----

D

Datenschutz.....	12, 31
Datensicherheit.....	12
Datensicherung	<i>Siehe Backup</i>

E

Einverständniserklärung.....	16
Elektrosmog	23
Ergonomie	13
Ethernet.....	20

F

Fernwartung.....	15
Firewall.....	19
Flash	31
Funkbrücke.....	23
Funknetz.....	21

G

Gateway	19, 44
Gebrauchtgerät.....	14
Gewährleistung	13
Green IT.....	10

I

Infrastruktur	16, 18
Installation.....	13
Internet	19

J

Java.....	31
Jugendschutz.....	19

K

Konzept	
Ausstattung.....	10
BYOD	26
Einsatz	10
IKT	11
Medienbildung.....	10
Support.....	11

L

LAN	24
Landesdemonstrationszentrum.....	11
Laptop	25
Leasing.....	15
Lehrmittel.....	16
Linux	28, 31

M

MacOS	28, 31
Management	
Application	46
Benutzer	64
Remote.....	54
System.....	46
Wissen.....	15
Medienentwicklungsplanung.....	11
Medienkompetenz.....	16
Microsoft.....	28

N

Netzwerk	20
Nutzungsdauer	15
Nutzungsordnung	16

P

Peripherie	25, 26
Planung	10
Protokollierung	16

R

Richtfunk	23
Router	24

S

Skalierbarkeit	24
Smartphone	21, 23
Spende	14
Standardisierung	16
Strafrecht	19
Strahlenschutz	23
Support	15
Switch	24

T

Tablet	21, 23, 25
Telnet	44
Terminalserver	31
Thin-Client	10, 31

U

Umwelt	13
Urheberrecht	17, 70

V

Virtualisierung	32
VLAN	22, 32

W

Wartungsvertrag	15
Windows	28, 31
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	11, 15
WLAN	20, 21, 24
WLAN Site Survey	22

Z

Zivilrecht	19
------------------	----

A Beschaffungsempfehlungen

A.1 Internet-Gateway / Firewall-System

Ein Internet-Gateway verbindet das Schulnetz mit dem Internet. Das Gateway bietet dazu Übergänge vom lokalen Netz (Ethernet [vgl. 4.3.1]) auf das Weitverkehrsnetz (WAN), z. B. DSL oder Kabel. Dieser Übergang ist eine wichtige Schnittstelle und erfordert eine präzise Konfiguration, eine stabile Funktion sowie eine hohe Verfügbarkeit.

Professionelle Gateways, wie sie überwiegend auch im kommerziellen Umfeld zum Einsatz kommen, bieten differenzierte Firewall-Funktionalitäten.

Einfache DSL-Router, wie sie im privaten Umfeld genutzt werden, sind nicht für Schulen ausgelegt, da diese nicht für den Internetanschluss von mehreren hundert Geräten ausgelegt sind, nur ein lokales Netz verwalten können und keine differenziert konfigurierbare Firewall besitzen.

Für eine zukunftsfähige Ausstattung der Schule sind moderne Gateways, sog. Next-Generation-Firewall-Systeme vorzuziehen. Diese sind in der Lage, den gesamten Netzwerk-Verkehr mit Netzwerk-, Sicherheits- und Threat-Prevention-Funktionalitäten zu lenken und abzusichern.

Tabelle 1 – Datenblatt: Internet-Gateway

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Konfiguration	Die Konfiguration soll über Konsole, Weboberfläche, SSH oder Telnet möglich sein. Die normale Konfiguration erfolgt über die Weboberfläche, der Konso-lenzugang ermöglicht einen Zugang unabhängig von der IP-Konfiguration.	Konfiguration über Konsole, HTTP / HTTPS, SSH
LAN-Schnittstellen	Gbit-Ethernetports, die als Routerports in unterschiedliche Netze ge-trennt werden können (z. B. Unterrichtsnetz, Verwaltungsnetz [vgl. 4.3.4]). Einzelne LAN-Ports können in Verbindung mit einem externen Modem auch als zusätzliche WAN-Schnittstelle geschaltet werden (z. B. für Load-Balancing)	Vier 1 Gbit-Ethernet-Port, als Routerport konfigurier-bar

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
WAN-Schnittstellen	Ein oder mehrere WAN-Schnittstellen, abhängig vom Internetanschluss, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> - Ethernet-Schnittstelle, konfigurierbar für externes Modem (z. B. PPPoE, je nach Provider) - DSL-Schnittstelle mit integriertem Modem für ADSL / ADSL 2+, SDSL, VDSL etc. 	WAN-Schnittstelle mit integriertem Modem für ADSL2+ (Annex B / J)
VLAN's	Zusätzlich zu den physikalischen Schnittstellen lassen sich Subinterfaces bzw. VLAN's konfigurieren, über die weitere Teilnetze angesprochen werden können.	VLAN nach IEEE 802.1Q, Routing zwischen VLAN's
Firewall	Eine Stateful-Inspection-Firewall ermöglicht die richtungsabhängige Paketfilterung und Überwachung des Status der einzelnen Verbindung. Die Firewall muss konfigurierbar sein nach Quelle, Ziel und Diensten (IP-Adressen, Schnittstellen, Ports)	Stateful Inspection Firewall, konfigurierbar nach Quelle, Ziel, Dienste
Routing-Durchsatz	Als reiner Internetzugangsrouten genügen 100 – 200 MBit / s. Wenn der Router auch zur Trennung verschiedener Netze (z. B. Unterrichtsnetz, Verwaltungsnetz [vgl. 4.3.4]) eingesetzt werden soll, muss der Datendurchsatz entsprechend höher sein.	Routing-Durchsatz mindestens 800 MBit / s
VPN	VPN-Verbindungen (über IPsec, PPTP oder L2TP) ermöglichen einen sicheren Remote-Zugriff über das Internet (z. B. zur Fernwartung, Anschluss einer Zweigstelle, Remote-Zugriff für Lehrkräfte). Gegebenenfalls ist eine eigene VPN-Client-Software notwendig. Wenn viele gleichzeitige VPN-Verbindungen nötig sind, erfordert dies einen leistungsfähigeren Gateway.	Unterstützung von fünf gleichzeitigen VPN-Verbindungen über IPsec
DNS, DHCP etc.	Weitere Zusatzfunktionen (DNS-Relay bzw. DNS Proxy, DHCP, Dynamisches DNS) sind üblicherweise in allen Gateways integriert.	DHCP-Server für alle Teilnetze, DNS-Relay

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Filterung	<p>Das Gateway soll folgende Filtermerkmale bieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intrusion Prevention System (IPS): Schutz vor Viren, Spyware, und Würmern, HTML-, Javascript-, PDF-Virenschutz usw., Überwachung gepackter Dateien - URL-Filterung: Es soll eine URL-Filterung entsprechend einer dem deutschen Jugendmedienschutz entsprechenden tagesaktuellen Liste erfolgen. Die Filterung sollte auf Nutzer, Gruppen oder MAC- bzw. IP-Adressen erfolgen. - Daten-Filterung: Überwachung von nicht autorisiertem Datenverkehr (personalisierte Daten, Zahlungsdaten etc.) - Application-Management: Das System soll in der Lage sein, Applikationen zu erkennen und zu prüfen sowie unverschlüsselten und verschlüsselten Datenverkehr (SSL, SSH) zu überwachen. - User-Kontrolle: Zur Nutzerverwaltung bietet sich eine Schnittstelle zu einem zentralen Verzeichnisdienst an. 	
Hotspot-Gateway	Einige Router bieten ein Hotspot-Gateway an (z. B. für ein Gäste-WLAN). Die Authentifizierung erfolgt über einen Radius-Server, der ggfs. lizenziert werden muss.	
Montage	19"-Gerät zum Einbau in einem Rack bzw. Tischgerät	19"-Einbaurahmen
Gewährleistung		Mindestens 36 Monate Gewährleistung
Service	Der Hersteller soll über eine gut gepflegte (ggfs. deutschsprachige) Internetpräsenz verfügen und darüber kostenlos Firmware-Updates, Datenblätter und Zusatzinformationen (z. B. Konfigurationsbeispiele) anbieten.	Kostenfreie Versorgung mit Firmware-Updates
Abonnement	Eine Aktualisierung der Signaturen, Software, Wartung (Hardware und / oder Software) mit einem akzeptablen Service-Level ist unbedingt für die gesamte Nutzungsdauer zu vereinbaren.	
System-Management	Das Management des Internet-Gateways und der aufgeführten Anwendungsmodul soll über eine grafische Bedienoberfläche erfolgen. Dabei besteht die Möglichkeit eines zentralen Managements einer größeren Anzahl von Gateways auf kommunaler und / oder Landesebene.	Regelmäßige Updates der Management-Software

A.2 Access-Points

Der Einsatz professioneller Geräte ermöglicht den stabilen Betrieb auch bei vielen gleichzeitigen Zugriffen. Zu unterscheiden sind Standard-Access-Points, allein lauffähige Geräte und Access-Points, die im Zusammenspiel mit einem sog. WLAN-Controller betrieben werden können. Bei Letzteren läuft die gesamte Kommunikation über den WLAN-Controller (WLAN-Switch). Daher muss bei dieser Betriebsart auch das Netzwerk auf die zusätzliche Belastung ausgelegt sein.

Eine andere Art von Access-Point kommt ohne WLAN-Controller aus, die entsprechenden Regeln und Richtlinien werden hier von AP zu AP synchronisiert. Die Konfiguration erfolgt über eine Bedienoberfläche des internen Betriebssystems.

Tabelle 2 – Datenblatt: WLAN Access-Point

Merkmale	Beschreibung	Beispiel
WLAN-Standard	Aktueller Standard: IEEE 802.11 a / b / g / n Zukünftiger Standard: IEEE 802.11 ac MIMO 2x2:2 oder MIMO 3x3:3	IEEE 802.11 a / b / g / n mit MIMO 3x3:3
Konfiguration	Die Konfiguration sollte über Konsole, Weboberfläche und SSH oder Telnet möglich sein. Bei mehreren AP's kann je nach Hersteller die Konfiguration über einen WLAN-Controller notwendig sein. Die AP's müssen auch bei Ausfall der Management-Instanz in ihrer letzten Konfiguration autonom funktionieren.	Konfiguration über Konsole, HTTP / HTTPS, SSH, Zentrales Management über WLAN-Controller möglich
Betriebsarten	Die normale Betriebsart ist Access-Point (Anbindung von Clients) Bridge-Modus (Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen zwei AP's) Client-Modus (Anschluss von Ethernet-Endgeräten)	Access-Point
WLAN-Schnittstelle	Dual-Band AP (2,4 und 5 GHz-Frequenzband) Die Sendeleistung sollte konfigurierbar sein.	Dual-Band Einstellbare Sendeleistung

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Authentifizierung	WPA2-PSK, WPA2-Enterprise (IEEE 802.1x in Verbindung mit einem Radius-Server) Hinweis: WPS ist nicht statthaft!	Authentifizierung über WPA2-PSK und WPA2-Enterprise (802.1x)
Multi-SSID	Multi-SSID ermöglicht die Bereitstellung mehrerer Funkzellen, in unterschiedliche Teilnetze (VLAN's) für unterschiedliche Benutzergruppen	Multi-SSID (mind. 4 SSID's) VLAN-Unterstützung nach IEEE 802.1Q
LAN-Schnittstelle	Mind. eine LAN-Schnittstelle, mind. 1 GBit-Ethernet Mehrere LAN-Schnittstellen können sinnvoll sein (z. B. separate Konfigurationsschnittstelle)	1 LAN-Schnittstelle: 1GBit-Ethernet
Stromversorgung	Power over Ethernet wird empfohlen	PoE nach IEEE 802.3af
Antennen	Externe Antennen können durch spezielle Richtcharakteristiken das Send- und Empfangsverhalten positiv beeinflussen. Für Klassenzimmer sollten Standard-Rundstrahler ausreichen.	
Inter Cell Repeating	Beim Betrieb des AP als Hotspot ist es sinnvoll, die Kommunikation der WLAN-Clients untereinander zu unterbinden.	Inter Cell Repeating abschaltbar
Ergonomie / EMV	Durch EMV-Zertifizierung nach EN 60601-1-2 ist ein AP auch für den Einsatz in medizinischen Umgebungen zugelassen.	EMV-Zertifizierung nach EN 60601-1-2
Statusanzeigen	Ggfs. kann es sinnvoll sein, dass die Status-LED's abschaltbar sind.	Statusanzeigen abschaltbar
Montage	Wand-, Deckenmontage Tischgerät, hier: ggfs. mit Diebstahlschutz	Halterungen für Deckenmontage
Gewährleistung		Mindestens 36 Monate Gewährleistung
Service	Der Hersteller soll über eine gut gepflegte (ggfs. deutschsprachige) Internetpräsenz verfügen und darüber kostenlos Firmware-Updates, Datenblätter und Zusatzinformationen (z. B. Konfigurationsbeispiele) anbieten.	Kostenfreie Versorgung mit Firmware-Updates
System-Management	Das Management Access-Points soll über eine grafische Bedienoberfläche erfolgen. Dabei besteht die Möglichkeit eines zentralen Managements einer größeren Anzahl von Access-Points auf kommunaler und / oder Landesebene.	Regelmäßige Updates der Management-Software

A.3 WLAN-Controller

Ein WLAN-Controller ermöglicht die zentrale Konfiguration, das zentrale Management und ein übersichtliches Monitoring der WLAN-Access-Points in einem Netz. Die Funktionsweise ist herstellerabhängig. Üblicherweise arbeiten WLAN-Controller nur mit AP's des gleichen Herstellers zusammen.

Ab ca. fünf bis zehn AP's in einem Netz sollte über eine Controller-Lösung nachgedacht werden.

Sofern controller-unabhängige AP's beschafft werden sollen, ist ein WLAN-Controller nicht notwendig.

Tabelle 3 – Datenblatt: WLAN-Controller

Merkmal	Beschreibung	
Funktionsweise	Management eigenständiger AP's	Der Controller dient nur zur Konfiguration und zur Überwachung der AP's. Die WLAN-Nutzdaten laufen nicht über den Controller.
	Zentrale Komponente für den Betrieb von Thin-AP'S (WLAN-Switch)	Die AP's können nicht eigenständig betrieben werden. Alle WLAN-Nutzdaten laufen über den Controller bzw. einen eigenen WLAN-Switch.
Aufbau	Eigenständiger Controller	Der Controller ist ein eigenes Gerät oder ein Zusatzdienst auf einem Netzwerkgerät (z. B. AP oder Router)
	Serverdienst	Die Controllersoftware läuft auf einem Windows- oder Linux-Server.
	Cloud-Service	Die Controllerfunktion wird auf einem Server im Internet angeboten. Zur Konfiguration benötigen die Access-Points eine Internet-Verbindung. Hinweis: Bei dieser Lösung sind die datenschutzrechtlichen Aspekte zu beachten.
Übliche Funktionen	Automatische Erkennung neuer AP's Zentrale Konfiguration aller AP's Zentrales Monitoring aller AP's Automatisches Firmware-Rollout für alle AP's Benachrichtigung per Mail, wenn Fehler auftreten	

A.4 Ethernet-Switches

Bei Ethernet-Switches unterscheidet man zwischen einfachen, nicht managebaren Switches (z. B. Arbeitsplatz-Switches, wenn nicht genügend Netzwerkdozen vorhanden sind) und managebaren Layer-2-Switches (üblicherweise VLAN-fähig), die in den Bereichsverteilern (Etagenverteiler) zum Einsatz kommen. Eine Sonderstellung nehmen Layer-3-Switches ein, welche in großen Netzen als zentraler Switch (inkl. Routing- und Firewallfunktionen) eingesetzt werden.

Tabelle 4 – Datenblatt: Switch (einfach, nicht managebar)

Merkmale	Beschreibung	Beispiel
Konfiguration		Nicht konfigurierbar
Anschlüsse	Üblich sind Ethernet-Ports (RJ45) mit 10/100/1000/10.000 MBit / s (Autosensing) SFP oder SFP+	24 GBit-Ethernet-Port
Statusanzeigen	Verschiedenfarbige LED-Leuchten zeigen den Status jedes Ethernet-Ports an.	LED-Kontrollleuchte für jeden Ethernet-Port, mit Anzeige von Status, Aktivität, Geschwindigkeit
Geräusentwicklung	Bei einem Einsatz im Unterrichtsraum sollte der Switch lüfterlos sein.	Lüfterloses Gerät
Montage	19"-Gerät (Einbau in ein Rack), Wand- oder Deckenmontage, Tischgerät	19"-Gerät
Gewährleistung	Einige Anbieter bieten eine lebenslange Gewährleistung mit Hardwaretausch.	Mindestens fünf Jahre Gewährleistung

Tabelle 5 – Datenblatt: Switch (Layer 2, managebar, VLAN-fähig)

Merkmale	Beschreibung	Beispiel
Konfiguration	Die Konfiguration erfolgt über Konsole, Weboberfläche, SSH oder Telnet. Die normale Konfiguration erfolgt über eine Weboberfläche, der Konsolenzugang ermöglicht einen Zugang unabhängig von der IP-Konfiguration.	Konfiguration über Konsole, HTTP / HTTPS, SSH
Anschlüsse	Üblich sind Ethernet-Ports (RJ45) mit 10/100/1000 MBit / s (Autosensing) Zwei bis vier Uplink-Ports mit 1 GBit / s SFP oder 10 GBit / s SFP	24 GBit-Ethernet-Port 2 SFP-Ports mit 1 GBit / s

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Statusanzeigen	Verschiedenfarbige LED-Leuchten zeigen den Status jedes Ethernet-Ports an.	LED-Kontrollleuchte für jeden Ethernet-Port, mit Anzeige von Status, Aktivität, Geschwindigkeit
Power over Ethernet	Zur Stromversorgung angeschlossener Netzwerkgeräte ist PoE heute Standard. PoE nach IEEE 802.3 af: max. Leistung pro Port: 15,4 W) PoE+ nach IEEE 802.3 at: max. Leistung pro Port: 25,4 W) Die PoE-Gesamtleistung sollte über der benötigten Leistung liegen.	PoE+ nach IEEE 802.3 at an allen Ethernet-Ports PoE-Gesamtleistung: 128 W bei 5 PoE-Geräten)
Funktionen	VLAN-Unterstützung nach IEEE 802.1Q, Spanning Tree (Loop Protection), ggfs. QoS bei VoIP, ggfs. Port-Mirroring und Protokollierung fehlerhafter Datenframes ggfs. Link-Aggregation (Bündeln von Upload-Ports für höhere Bandbreiten)	VLAN-Unterstützung nach IEEE 802.1Q
Montage	19"-Gerät (Einbau in ein Rack), Wand- oder Deckenmontage, Tischgerät	19"-Gerät
Leistung	Die Switching-Kapazität (Backplane) sollte der Gesamtkapazität aller Port entsprechen (z. B. $2 \times 26 \text{ 1 GBit / s} = 52 \text{ GBit / s}$ bei 26 Ports Full Duplex). Der Datendurchsatz in MPpS gibt an, wie viele Pakete der Switch verarbeiten kann (üblicherweise mit 64 Byte-Paketen gemessen). Weitere Leistungsparameter können sein: Latenzzeit, Paketpuffergröße Nicht alle Anbieter geben vergleichbare Werte für die Leistungsfähigkeit an.	Switching-Kapazität: 52 GBit / s Datendurchsatz: 40 MPpS
Geräuschentwicklung	Beim Einsatz in einem Unterrichtsraum sollte der Switch ohne Lüfter sein, bei leistungsstarken Geräten wird dies jedoch schwierig.	Leise Lüfter
Gewährleistung, Service	Ggfs. lebenslange Gewährleistung mit Hardwaretausch, kostenfreie Versorgung mit Firmware-Updates, Service-Adresse	Mindestens fünf Jahre Gewährleistung

Tabelle 6 – Datenblatt: Switch (Layer 3)

Merkmals	Beschreibung	Beispiel
Konfiguration	Die Konfiguration erfolgt über Konsole, Weboberfläche, SSH oder Telnet. Die normale Konfiguration erfolgt über einen Konsolenzugang.	Konfiguration über Konsole, HTTP / HTTPS, SSH
Anschlüsse	Neben einigen Ethernet-Ports mit 10 / 100 / 1000 MBit / s werden SFP-Ports mit 1 GBit / s oder 10 GBit / s benötigt	24 Ethernet-Ports mit 10 / 100 / 1000 MBit / s 4 SFP-Ports mit 1 GBit / s
Funktionen	Statisches Routing Konfigurierbare Firewall auf Layer 4-Ebene (z. B. Paketfilter, konfigurierbar nach Quelle, Ziel und Dienste) VLAN-Unterstützung nach IEEE 802.1Q DHCP-Relay (Weiterleitung von DHCP-Anfragen) Ggfs. QoS bei VoIP Ggfs. Port-Mirroring und Protokollierung fehlerhafter Datenframes Ggfs. Link-Aggregation (Bündeln von Uplink-Ports für höhere Bandbreiten)	Statisches Routing Konfigurierbare Firewall auf Layer 4-Ebene VLAN-Unterstützung nach IEEE 802.1Q DHCP-Relay Link-Aggregation
Statusanzeigen	Verschiedenfarbige LED-Leuchten zeigen den Status jedes Ethernet-Ports an.	LED-Kontrollleuchte für jeden Ethernet-Port, mit Anzeige von Status, Aktivität, Geschwindigkeit
Montage	19"-Gerät (Einbau in ein Rack),	19"-Gerät
Leistung	Die Switching- und Routing-Kapazität (Backplane) sollte der Gesamtkapazität aller Ports entsprechen (z. B. 2 x 26 1 GBit / s = 52 GBit / s bei 26 Ports Full Duplex). Nicht alle Anbieter geben vergleichbare Werte für die Leistungsfähigkeit an.	Switching-Kapazität: 52 GBit / s Datendurchsatz: 40 MPPS
Gewährleistung, Service	Ggfs. lebenslange Gewährleistung mit Hardwaretausch, kostenfreie Versorgung mit Firmware-Updates, Service-Adresse	Mindestens fünf Jahre Gewährleistung
SFP-Module	Bei den SFP-Modulen (GBIC's) muss auf den richtigen LWL-Anschluss (ST, SC, LC) geachtet werden und es müssen zudem entsprechende Patch-Kabel verwendet werden.	

A.5 Server

Server müssen je nach Einsatzbereich sehr differenziert spezifiziert werden.

Nachfolgend sind je ein Standard-Server und ein Server zur Virtualisierung von Serversystemen spezifiziert.

Tabelle 7 – Datenblatt: Standardserver ohne Virtualisierung

Merkmals	Beschreibung	Beispiel
CPU (Prozessor)	Für Standardaufgaben sind alle Serverprozessoren geeignet. Meist kommen hierbei 4-, 6- oder 8-Kerne zum Einsatz.	Intel: Xeon E3-12xx AMD: Opteron 3xxx
RAM	Für Standardaufgaben sind 8 GB Arbeitsspeicher ausreichend. Eine Erweiterung kann sinnvoll sein.	8 GB RAM Mind. DDR3-1600 MHz (PC3-12800)
Festplatte (HDD)	Zwei Festplatten im RAID-Verbund mit Hardware-Controller	HDD: mind. 2 x 300 GB SAS-Laufwerk Speichercontroller für RAID 1
USB-Anschlüsse	Sinnvoll sind mehrere USB-Anschlüsse. Je nach vorgesehener Anwendung (z. B. Datensicherung mit mobilen Festplatten) können auch USB-Anschlüsse an der Frontseite oder USB 3.0-Anschlüsse sinnvoll sein.	4 x USB 2.0
LAN-Anschlüsse	Sinnvoll sind zwei RJ 45-Anschlüsse mit GBit-Ethernet	2 x 1 GBit Ethernet-Adapter 1 x 10 GBit Ethernet-Adapter
Geräusentwicklung	Falls der Server in einem Raum steht, in dem sich gelegentlich Personen aufhalten, ist auf geräuscharme Systeme zu achten (Netzteil, Lüfter).	
Formfaktor	Üblich sind Tower oder 19"-Gehäuse zum Einbau in ein Rack	Tower

Merkmale	Beschreibung	Beispiel
Garantie / Beschaffung	<p>Sinnvoll ist eine „Vor-Ort-Garantie“ mit festgelegter Reaktionszeit, ggfs. mit der Möglichkeit, die Garantie auf fünf Jahre zu erweitern. Beim Austausch defekter Festplatten kann festgelegt werden, dass diese aus Datenschutzgründen beim Kunden verbleiben. Ggfs. Aufstellen und Anschließen, Entsorgung der Verpackung</p> <p>Weitere Hinweise zur Beschaffung unter: https://www.itk-beschaffung.de/Leitfaden/</p>	<p>36 Monate „Vor-Ort-Garantie“ Reaktionszeit: nächster Arbeitstag</p>

Tabelle 8 – Datenblatt: Server zur Virtualisierung von Serversystemen

Merkmale	Beschreibung	Beispiel
CPU (Prozessor)	Aktuelle Serverprozessoren sind für die gängigsten Serverdienste geeignet. Meist kommen hierbei 6- oder 8-Kernprozessoren zum Einsatz.	Intel: Xeon E5-26xx AMD: Opteron 4xxx
RAM	Für Standardaufgaben sind 48 GB Arbeitsspeicher ausreichend. Eine Erweiterung kann sinnvoll sein.	48 GB RAM 2.133 MT / s RDIMMs
SSD	Die Installation des Virtualisierungsservers (ESXi, Hyper-V) erfolgt vorzugsweise auf einem Flash- oder auf einem schnellen SSD-Speicher.	ESXi: 16 GB Flash Hyper-V: 128 GB SSD
HDD	Vier Festplatten im RAID-5-Verbund mit einem Hardware-Controller Hot-Swapping-fähig	HDD: 4 x 1 TB SAS-Laufwerk Speichercontroller für RAID 0 / 1 / 10 / 5 / 50 / 6
USB-Anschlüsse		4 x USB 2.0
LAN-Anschlüsse	Je nach vorgesehenem Einsatz sind 2 bis 4 LAN-Anschlüsse sinnvoll (z. B. Link Aggregation, Anbindung eines externen Storage, Anbindung verschiedener Teilnetze)	4 x 1Gbit-Ethernet-Adapter 1 x 10 Gbit-Ethernet-Adapter
Integriertes Remote-Management	Zur Fernwartung des Servers über das Netzwerk kann eine Management-card (Out of Band Management) sinnvoll sein.	Out of Band Management
Plattform	Als Plattform kommen verschiedene Server-Betriebssysteme zum Einsatz. Üblich sind Windows-Server sowie Linux-Server	Ab Windows Server 2008 R2 auch als virtuelle Appliance auf VMware

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Virtualisierungs-Support	Als Virtualisierungssystem wird primär VMware vSphere Hypervisor (kostenfreie Version), vSphere Essentials oder Microsoft Hyper-V eingesetzt. Die Hardware sollte so ausgelegt sein, dass mehrere Serversysteme virtualisiert werden können.	Ab VMware vSphere Hypervisor 6.x (vorinstalliert)
Garantie / Beschaffung	Sinnvoll ist eine „Vor-Ort-Garantie“ mit festgelegter Reaktionszeit, ggfs. mit der Möglichkeit, die Garantie auf fünf Jahre zu erweitern. Beim Austausch defekter Festplatten kann festgelegt werden, dass diese aus Datenschutzgründen beim Kunden verbleiben. Ggfs. Aufstellen und Anschließen, Entsorgung der Verpackung Weitere Hinweise zur Beschaffung unter: https://www.itk-beschaffung.de/Leitfaden/	36 Monate „Vor-Ort-Garantie“ Reaktionszeit: nächster Arbeitstag

A.6 NAS-Systeme

NAS-Systeme oder NAS-Boxen sind ursprünglich als Datenablagen konzipierte Speichersysteme mit großem Festplattenspeicherplatz, die direkt aus dem Netzwerk erreichbar sind. Mittlerweile bieten NAS-Systeme eine Reihe von zusätzlichen Diensten an (z. B. Backup-Server, Medienserver, Web-Server, SQL-Server etc.). Die Lese- und Schreibrechte auf Freigaben können benutzerspezifisch geregelt werden. Der Zugriff ist über unterschiedliche Protokolle möglich, z. B. SMB, FTP, HTTP oder bei mobilen Geräten über Apps.

Aktuelle NAS-Systeme bieten auch Möglichkeiten, virtuelle Maschinen auf dem System zu betreiben. Für solche Funktionalitäten sollte im schulischen Bereich jedoch über Server-Systeme nachgedacht werden, da die Virtualisierung hohe Anforderungen an die Rechenleistung stellt und solche NAS-Systeme einen stabilen Betrieb im schulischen Umfeld nicht sicherstellen können.

Tabelle 9 – Datenblatt: NAS-Systeme

Merkmals	Beschreibung	Beispiel
CPU (Prozessor)	Für viele Serverdienste oder gleichzeitige Zugriffe mehrerer Personen ist ein leistungsfähiger Prozessor erforderlich. Falls auf der NAS auch ein Windows- oder Linux-PC virtualisiert werden soll, ist ein x86-Prozessor (z. B. Intel-Prozessor) erforderlich.	Intel-Prozessor mit mind. 1,5 GHz
RAM	Mindestens 1 GB RAM sind erforderlich, sinnvoll sind 2 GB RAM	2 GB RAM
Konfiguration	Die normale Konfiguration erfolgt über eine Weboberfläche. Der Zugriff auf das Dateisystem über SSH sollte möglich sein. Sinnvoll ist es, wenn die NAS-Box Systemmeldungen (Speicherplatz oder Festplattenfehler) per E-Mail verschickt.	Konfiguration über eine Weboberfläche (Webinterface auf Deutsch), Zugriffsmöglichkeit über SSH Benachrichtigung per E-Mail bei Systemwarnungen
Festplatteneinschübe	Sinnvoll sind NAS-Systeme mit mind. 4 Festplatteneinschüben (3,5")	4 Festplatteneinschübe mit 3,5"
Festplatten	Es sollten SATA-Festplatten verwendet werden, die für den Dauerbetrieb (Servereinsatz oder NAS-Einsatz, 24/7) geeignet sind. Ggfs. kann es sinnvoll sein, eine weitere Festplatte (als Vorrat) zu beschaffen, damit im Falle eines Festplattendefekts entsprechend schnell reagiert werden kann.	4 SATA-Platten je 2 TB geeignet für den Dauerbetrieb (NAS-Festplatten)

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Controller	Hardware-Controller mit der Möglichkeit unterschiedliche Raid-Level zu realisieren (z. B. RAID1 / 5 / 6, ggf. Hotspare) Festplatten sollen im laufenden Betrieb gewechselt werden können (Hot-Swap).	Hardware-Controller mit RAID 1 / 5 / 6
LAN-Anschlüsse	Sinnvoll sind derzeit 2 bis 4 RJ45-LAN-Anschlüsse mit GBit-Ethernet und der Möglichkeit der Link-Aggregation ggf. Einschubmöglichkeit für 10 GB-Netzwerkkarte	2 x RJ45-LAN (Gigabit-Ethernet) Hot-Swap-Fähigkeit; ggf. Hot-Spare-Festplatte
Leistung (Datendurchsatz, Verbindungen)	Bei zwei Netzwerkanschlüssen sollte der Datendurchsatz 200 MByte/s betragen (bei RAID 5, Windows Upload/Download), bei 4 Netzwerkkarten 400 MByte/s. Die Zahl der maximal gleichzeitigen Verbindungen sollte hoch genug sein.	200 MByte/s (Windows Upload/Download bei RAID 5) 500 gleichzeitige Verbindungen
USB-Anschlüsse	Sinnvoll sind mind. 2 USB-Anschlüsse mit USB 3.0 zum Anschluss eines Backup-Mediums	2 x USB 3.0
Benutzerverwaltung	Möglichkeit der lokalen Benutzerverwaltung, Gruppenverwaltung, ggf. Active-Directory-Authentifizierung (Benutzerverwaltung über einen Windows-Server) ggf. Quota-Regelung für Benutzer	2000 Benutzerkonten Quota-Regelung für die Benutzer
Zugriffsmöglichkeiten	Die Benutzer sollten auf die NAS mit gängigen Werkzeugen zugreifen können (Windows-Zugriffe bzw. SMB, AppleTalk, NFS, FTP, HTTP). Für den Zugriff von mobilen Geräten sollte eine App verfügbar sein.	Zugriffe über SMB, AppleTalk, NFS, FTP, HTTP App für mobile Geräte

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Optionen	<p>Je nach vorgesehenem Einsatz können Zusatzfunktionen von Interesse sein, die viele NAS-Systeme anbieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Webservers z. B. für schulinterne Webseiten, ggf. mit Zusatz-Apps (Moodle, Joomla) - Datenbankserver üblicherweise ein MySQL-Server, der aktiviert werden kann - iSCSI-Speicher z. B. als externer Speicher für Virtualisierungslösungen - Verschlüsselung, - Virens Scanner mit automatisierten Updates und - Suchfunktionen - Backupfunktion - Automatisierte Backupfunktion (z. B. auf eine andere NAS oder eine angeschlossene Festplatte), ggf. auch mit One-Touch-Taste (Backup auf eine USB-Platte per Tastendruck) - Medienserver - Radius-Server - Virtualisierungsserver 	
Weitere Optionen	<p>Reset-Knopf (Passwort zurücksetzen) Kensington-Schutz One-Touch-Backup-Taste HDMI-Anschluss</p>	
Energieverbrauch	<p>Üblich sind bis zu 50 W im Betrieb (mit 4 Festplatten) und bis zu 30 W im Standby (HDD-Ruhezustand). Bei einigen NAS-Systemen lässt sich ein Sleep-Modus einstellen (max 1 W). Wenn die NAS im Sleep-Modus ist, dauert der erste Zugriff länger (Starten des Systems, Hochfahren der Festplatten).</p>	<p>max. 50 W (Betrieb) max. 30 W (Standby) max. 1 W (Sleep-Modus)</p>

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Geräusentwicklung	Falls die NAS in einem Raum steht, in dem sich gelegentlich Personen aufhalten, ist auf geräuscharme Systeme zu achten (Netzteil, Lüfter). Leistungsstarke NAS-Systeme sind üblicherweise lauter.	max. 21 dB (im Betriebs-Modus, bei laufenden Festplatten)
Garantie, Beschaffung	Alternativ zu einer „Vor-Ort-Garantie“ ist es auch üblich, dass vorab ein Ersatzgerät geliefert wird und anschließend das defekte Gerät versandt wird.	36 Monate „Vor-Ort-Garantie“ oder Vorab-Zustellung eines Ersatzgeräts Reaktionszeit: nächster Arbeitstag

A.7 Arbeitsplatz-Computer

Dieser Standard-PC eignet sich zum generellen Einsatz in einer Schule. Bei speziellen Anwendungen (z. B. Videoschnitt, echtzeitkritische Anwendungen) können höhere Anforderungen notwendig sein.

Hinweis: Bei Beitritt der Schule zum EES-Vertrag des Landes Sachsen-Anhalt und Nutzung von Windows als Betriebssystem, ist das Betriebssystem in die Beschaffung (OEM) des Arbeitsplatz-Computers einzubeziehen.

Tabelle 10 – Datenblatt: Arbeitsplatz-Computer

Merkmale	Beschreibung	Beispiel
CPU (Prozessor)	Aktuelle Prozessoren sind für alle Standardanwendungen geeignet; zum Einsatz kommen meist 4-Kern-CPUs.	Intel i5, 4. Generation (i5-4xxx); AMD FX 8xxx (ohne int. Grafik)
RAM	Für die meisten Anwendungen sind 8 GB Arbeitsspeicher ausreichend; eine Erweiterung kann sinnvoll sein.	8 GB RAM mind. DDR3-1600 MHz (PC3-12800)
Festplatte (SSD / HDD)	Wenn der schnelle Zugriff auf Daten gefordert ist (insbesondere beim Boot-Vorgang), empfiehlt sich der Einsatz einer SSD. Wenn eine größere Festplatte erforderlich ist, kann eine Hybridfestplatte (SSD und HDD kombiniert) eine kostengünstige Alternative sein.	SSD: 256 GB HDD: 500 GB
Grafik- / Soundanschlüsse	Grafik- und Soundanschlüsse sind meist auf dem Motherboard integriert, nur bei höheren Grafikanforderungen ist eine eigene Grafikkarte notwendig. Üblich sind ein VGA-Anschluss (analog), ein DVI-Anschluss (digital) und Audio-Anschlüsse (Line in/out). Soll der PC zusätzlich an einen Beamer angeschlossen werden, ist ein weiterer kombinierter Audio- / Video-Ausgang sinnvoll (Zusatzkarte mit HDMI oder Display-Port).	frontseitige Audioanschlüsse für Kopfhörer / Mikrofon, VGA-Anschluss, DVI-Anschluss, ggfs. zusätzlich: HDMI-Anschluss oder Display-Port
USB-Anschlüsse	Sinnvoll sind mind. 6 USB-Anschlüsse, davon zwei leicht zugänglich an der Frontseite USB 2.0 (max. 60 MByte/s) USB 3.0 (max. 500 MByte/s)	4 x USB 2.0 2 x USB 3.0 zwei USB-Anschlüsse an der Frontseite
LAN-Anschlüsse	Üblich ist ein RJ45-LAN-Anschluss für GBit-Ethernet mit Autosensing.	RJ45-LAN-Anschluss (Gigabit Ethernet)

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Betriebssystem	Verschiedene Betriebssysteme sind möglich: <ul style="list-style-type: none"> - Microsoft Windows, - Linux-Distributionen (z. B. Ubuntu, Debian, CentOS) 	
Geräusentwicklung	Insbesondere in Computerräumen ist auf möglichst geräuscharme Systeme zu achten (Netzteil, Lüfter).	bis zu 26 dB bei 50% Last bis zu 20 dB bei Büroanwendungen
Formfaktor, Gehäuse	Die unterschiedlichen Gehäusegrößen und -formen sind nicht exakt definiert. Verwendet werden die Begriffe Micro-PC, Mini-PC, Small-Form-Factor, All-in-OnePC. Je nach Einsatzort kann die maximale Größe festgelegt werden.	
Ergonomie, Zertifizierung	„Energy Star“ beschreibt Mindestanforderungen für die Energieeffizienz. „Blauer Engel“ ist ein Umweltprüfzeichen mit Kriterien zu Energieverbrauch, Materialanforderungen, Recyclingfähigkeit und Geräuschemission	mind. Energy Star 6.0 Blauer Engel (RAL-UZ 78a für PCs)
Gesamtleistung (Benchmark)	Um die Rechenleistung des Systems zu überprüfen, eignet sich z. B. das kostenlose Programm Cinebench R15. https://www.maxon.net/de/produkte/cinebench/ .	Die genannte Konfiguration muss mindestens 450 Punkte bei Cinebench R15 (Multi Core) liefern.
Gewährleistung, Beschaffung	Sinnvoll ist eine „Vor-Ort-Garantie“ mit der Zusicherung, dass bei einer Ersatzbeschaffung das gleiche Systemimage weiterverwendet werden kann (Imagestabilität) ggf. Aufstellen und Anschließen der PCs, Entsorgung der Verpackungen Weitere Hinweise zur Beschaffung unter: https://www.itk-beschaffung.de/Leitfäden/	36 Monate „Vor-Ort-Garantie“ mit Imagestabilität bei Ersatzbeschaffungen

A.8 Notebooks

Notebooks werden mit Bildschirmgrößen zwischen 11,6" (29 cm) und 17,3" (44 cm) und einem Gewicht im Bereich von 1-4 kg angeboten. Die Auswahl richtet sich nach den Mobilitätsanforderungen (Ersatz für einen Desktop-Computer oder mobiles Gerät) und der erforderlichen Ausstattung (z. B. DVD-Laufwerk, Schnittstellen). Standardnotebooks sind für alle gängigen Anwendungen geeignet. Besondere Anforderungen an die Rechenleistung oder Speicherbedarf sind bei den Standardanwendungen nicht gegeben.

Table 11 – Datenblatt: Notebooks

Merkmals	Beschreibung	Beispiel
CPU (Prozessor)	Notebook als Desktop-Ersatz: Aktuelle Mobilprozessoren sind für alle Standardanwendungen geeignet; zum Einsatz kommen meist 4-Kern-CPU's.	Intel Core i5, 4. Generation (i5-4xxxU); AMD A10-5xxx
	Notebook als mobiles Gerät: Als günstigere Alternative sind auch 2- Kern-CPU's denkbar	Intel Core M-5Yxx AMD A10 -5xxx
RAM	Für die meisten Anwendungen sind 8 GB Arbeitsspeicher ausreichend.	8 GB RAM mind. DDR3-1600 MHz (PC3-12800)
Festplatte (SSD / HDD)	Wenn der schnelle Zugriff auf Daten gefordert ist (insbesondere beim Boot-Vorgang), empfiehlt sich der Einsatz einer Solid-State-Disk (SSD). Wenn eine größere Festplatte erforderlich ist, kann eine Hybridfestplatte (SSD und HDD kombiniert) eine kostengünstige Alternative sein.	SSD: 256 GB oder HDD: 500 GB
Display	Notebook als Ersatz für Desktop	Mattes Display, mind. 15,6", 1366x768 Pixel
	Notebook als mobiles Gerät	11", 1.920 x 1.080 Pixel
Grafik- / Sound-anschlüsse	Zum Anschluss an einen Beamer oder externen Monitor ist ein Grafikan-schluss notwendig. Üblich sind ein VGA-Anschluss (analog) und ein weitere digitaler Anschluss (Display-Port, Mini-Display-Port, HDMI, Mini-HDMI). Ggf. sind Adapter notwendig	VGA-Anschluss, Display-Port bzw. Mini-Display-Port oder HDMI Kopfhörer- / Mikrofon-Anschluss
USB-Anschlüsse	Sinnvoll sind mind. 2 USB-Anschlüsse USB 2.0 (max. 60 MByte/s) USB 3.0 (max. 500 MByte/s)	1 x USB 2.0 1 x USB 3.0
LAN-Anschlüsse	Üblich ist ein RJ45-LAN-Anschluss für GBit-Ethernet mit Autosensing	RJ45-LAN-Anschluss (Gigabit Ethernet)

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
WLAN	Der aktuelle Standard 802.11n sollte unterstützt werden, künftiger Standard: 801.11ac. Ggf. kann auch eine Unterstützung des 802.11a-Standards sinnvoll sein (5 GHz-Bereich)	IEEE 802.11 a / b / g / n
Optionen	integriertes DVD-Laufwerk / Brenner integrierte Lautsprecher Kartenlesegerät eingebaute Kamera Fingerprint-Sensor Kensington-Schutz Docking-Station oder Docking-Anschluss	
Gesamtleistung (Benchmark)	Um die Rechenleistung des Systems zu überprüfen, eignet sich z.B. das kostenlose Programm Cinebench R15. (https://www.maxon.net/de/produkte/cinebench/).	Die genannte Konfiguration sollte ca. 200 Punkte bei Cinebench R15 (Multi Core) liefern.
Gewährleistung, Beschaffung	Weitere Hinweise zur Beschaffung unter: https://www.itk-beschaffung.de/Leitfäden/	36-Monate „Vor-Ort-Garantie“

A.9 Tablets

Tablets sind kein Notebook-Ersatz.

Vorteile von Tablets sind die schnelle Einsatzbereitschaft, lange Akku-Laufzeiten, integrierte Foto- und Video-Funktionen, viele kostengünstige Apps, teilweise spezielle Unterrichtsprogramme, ein stabiles Betriebssystem und vor allem die hohe Mobilität. Weniger geeignet sind Tablets für Anwendungen, die Tastatur und Maus oder eine große Bildschirmdarstellung benötigen (z. B. für Office-Anwendungen).

Beim Zugriff auf Lernplattformen werden bestimmte Browserfunktionalitäten benötigt, die eventuell nicht auf allen mobilen Geräten zur Verfügung stehen. Gute Erfahrungen gibt es derzeit bei aktuellen Browsern unter Android oder den mobilen Windows-Systemen.

Der Administrationsaufwand für schuleigene Tablets ist höher als bei Computern, die im Schulnetz integriert sind, da oft das Benutzermanagement fehlt oder das Tablet nur mit individuellem Account nutzbar ist. Der Zugriff auf die schulische Infrastruktur (z. B. Drucker, Fileserver) ist nicht immer problemlos.

Der Einsatzschwerpunkt von Tablets ist die Nutzung im Online-Bereich (z. B. Internet-Recherche), als mobiles digitales Nachschlagewerk, E-Learning und ggf. in Kombination mit einem Beamer als Ersatz für ein interaktives Whiteboard oder einen Visualizer.

Tabelle 12 – Datenblatt: Tablets

Merkmale	Android	iOS	Windows
Zugriff auf das Dateisystem (z. B. lokales Speichern)	Uneingeschränkt	Nur in der Sandbox	Uneingeschränkt
Drucken	Über Apps und Google Print	Über AirPrint	Wie am Desktop
Java-Unterstützung	Nein	Nein	Ja
Flash-Unterstützung	Bedingt installierbar	Nein	Ja
Verfügbare Apps	Über Google-Play und alternative Quellen	Zertifizierter AppStore	WindowsStore und Installation von Desktop-Programmen
Multi-User-Fähigkeit, Benutzer-Management	Möglich	Noch nicht möglich	Möglich

Merkmal	Android	iOS	Windows
Empfehlungen zur Hardware	mind. Quadcore 1,2 GHz, 1,5 GB RAM, 16 GB int. Speicher Möglichkeit zur Speichererweiterung mit Micro SDHC Karten blickwinkelstabiles Display mit Full HD Auflösung und ausreichender Helligkeit möglichst lange Akkulaufzeit	aktuelles iPad mit mindestens 64 GB Speicherkapazität	mind. Core i3, 4 GB RAM, 128 GB interner Speicher blickwinkelstabiles Display mit Full HD Auflösung und ausreichender Helligkeit möglichst lange Akkulaufzeit
Empfehlung Betriebssystem	mind. Android 4.4.x (KitKat) Für die Updates des Betriebssystems ist der Hardwareproduzent zuständig. Daher sollten Hersteller gewählt werden, die Systemupdates auch für ältere Geräte liefern.	Aktuelles iOS	Microsoft Windows 8.1 (Professional bei Integration ins Schulnetz) Microsoft Windows 10 wird beobachtet

A.10 Monitore

Tabelle 13 – Datenblatt: Monitore

Merkmale	Beschreibung	Beispiel
Größe	Bildschirmdiagonalen von 56 cm (22") oder 61 cm (24") sind derzeit Standard.	24"
Auflösung	Full HD ist derzeit Standard.	1.920 x 1.080 Pixel
Helligkeit und Kontrast	Helligkeit und Kontrastverhältnis (typisch)	Helligkeit mind. 250 cd/m ² Kontrast mind. 1000:1
Reaktionszeit	Eine niedrige Reaktionszeit ist für die flüssige Darstellung von bewegten Inhalten notwendig und sollte somit zwischen 1 ms – 5 ms liegen.	Max. 5 ms
Anschlüsse	Neben digitalen Eingängen sollte zum Anschluss älterer Rechner auch ein VGA – Anschluss vorhanden sein.	HDMI, DVI oder Display.Port VGA
Ergonomie	Der Monitor sollte in der Höhe und Neigung verstellbar sein.	Stabiler Standfuß, höhenverstellbar, schwenkbar, neigbar
Ergonomie, Zertifizierung	„Energy Star“ beschreibt Mindestanforderungen für die Energieeffizienz. „Blauer Engel“ ist ein Umweltprüfzeichen mit Kriterien zu Energieverbrauch, Materialanforderungen, Recyclingfähigkeit und Geräuschemission. TCO Certified Displays 6 und höher ist ein anerkanntes Gütesiegel für Bildschirme, das u. a. ergonomische Kriterien (Helligkeit, Kontrast, Sehwinkel, reflexionsfreie Oberfläche) und auch die Anforderungen des „Energy Star 6.0“ beinhaltet.	Blauer Engel (RAL-UZ 78c für Monitore) TCO Certified Displays 6 und höher
Optionen	integrierte Lautsprecher, Kopfhörer- und Mikrofon-Anschlüsse USB-Anschlüsse	

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Gewährleistung, Beschaffung	Da aktuelle Monitore relativ günstig und haltbar sind, ist eine erweiterte Garantie nicht notwendig. Weitere Hinweise zur Beschaffung unter: https://www.itk-beschaffung.de/Leitfäden/	

A.11 Drucker

Als zentraler Drucker ist ein schneller netzwerkfähiger Monochrom-Seitendrucker (z. B. Laserdrucker) und als Ergänzung gegebenenfalls ein netzwerkfähiger Farblaserdrucker oder Farbtintenstrahldrucker empfehlenswert. Bei der Beschaffung sind die Verbrauchskosten (Gesamtkosten pro Seite bzw. monatliche Gesamtkosten) zu beachten.

Netzwerkfähige Tintenstrahldrucker sind zunehmend eine Alternative zu Laserdruckern. Sie sind im Allgemeinen etwas langsamer, jedoch für Fotodruck besser geeignet. Im Bereich der Schulverwaltung oder für Lehrkräfte bietet es sich an, zum Drucken, Kopieren und Scannen zentrale Multifunktionsgeräte einzusetzen.

Falls mobile Geräte (Tablets, Smartphones) einen Druckerzugriff haben sollen, muss gegebenenfalls darauf geachtet werden, dass der Drucker auch die herstellerspezifischen Protokolle unterstützt (z. B. Apple Air-Print).

Tabelle 14 – Datenblatt: Drucker

Merkmale	Beschreibung	Beispiel
Typ, Format		SW-Laserdrucker A4
Auflösung		Mind. 600 x 600 dpi
Geschwindigkeit		30 Seiten / min
Papierzufuhr	Für Einzelblätter (z. B. Briefumschläge, Folien) ist eine eigene Mehrzweckzufuhr sinnvoll	Papierkassette 250 Blatt, Mehrzweckzufuhr
Anschlüsse, Verbindungen	Zum lokalen Anschluss an einen PC ist USB Standard. Ein LAN-Anschluss oder ggf. ein WLAN-Anschluss sinnvoll.	USB 2.0 RJ45 Ethernet (mind. 100 Mbit/s)
Cloud-basierte Druckdienste	Cloud-basierte Druckdienste ermöglichen das Ausdrucken von mobilen Geräten aus, auch über das Internet. Der Drucker muss diese Möglichkeiten unterstützen, alternativ können die Dienste auch über einen PC freigegeben werden. Apple AirPrint, Google Cloud Print, HP ePrint Hinweis: Die datenschutzrechtlichen Aspekte sind zu beachten!	

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Zubehör	Duplex-Einheit zweites Papierfach bzw. größeres Papierfach	
Ergonomie, Zertifizierungen	„Energy Star“ beschreibt Mindestanforderungen für die Energieeffizienz. „Blauer Engel“ ist ein Umweltprüfzeichen mit Kriterien zu Energieverbrauch, Materialanforderungen, Recyclingfähigkeit und Geräuschemission	Energy Star Blauer Engel (RAL-UZ 171 für Drucker)
Druckkosten	Druckkosten können bei den einzelnen Geräten stark schwanken s/w-Seite: 1 – 2 Cent Farbseite: 5 – 10 Cent	
Gewährleistung, Beschaffung	Weitere Hinweise zur Beschaffung unter: https://www.itk-beschaffung.de/Leitfäden/	

A.12 Visualisierer / Dokumentenkamera

Visualisierer / Dokumentenkameras ermöglichen die Darstellung von Objekten über einen Beamer, aber auch über interaktive Whiteboards oder Multitouch-Displays. Sie ersetzen zunehmend die Tageslichtprojektoren und bieten darüber hinaus weitere Funktionen wie die Darstellung von Printmedien oder auch räumlicher Objekte.

Sie werden über einen Display-Anschluss (VGA, HDMI) direkt mit dem Beamer, Whiteboard oder Touch-Display verbunden und können ohne Computer betrieben werden.

Eine Möglichkeit zum Speichern von Arbeitsergebnissen (z. B. auf USB-Stick, Speicherkarte oder angeschlossener Computer) sollte vorgesehen werden.

Beim Speichern von Vorlagen oder Arbeitsergebnissen ist das Urheberrecht zu beachten. Nähere Informationen sind zu finden unter

<http://schulbuchkopie.de/>

Tabelle 15 – Datenblatt: Visualisierer / Dokumentenkamera

Merkmale	Beschreibung	Beispiel
Auflösung	Die Auflösung der Kamera sollte mindestens Full HD (1.920 x 1.080 Bildpunkte) betragen.	Mindestens 1.920 x 1.080 Pixel (Full HD)
Bildfrequenz	Für die Darstellung von Bewegtbildern sind mindestens 30 Bilder / s notwendig.	Mindestens 30 Bilder / s
Zoom	Digitalkameras bieten üblicherweise einen optischen und zusätzlich digitalen Zoom an.	Mindestens 6-fach optischer Zoom
Erfassungsbereich	Es ist auf einen ausreichend großen Erfassungsbereich der Kamera zu achten.	Mindestens 320 x 280 mm
Eingänge	Eingänge zum Anschluss eines PC	HDMI, VGA
Ausgänge	Ausgänge zum Anschluss an Beamer, Whiteboard, Touch-Display bzw. Lautsprecher	HDMI, VGA, Audio
Weitere Anschlüsse	USB, SD-Karten	USB-Anschluss
Lichtquelle		LED-Licht, abschaltbar

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Funktionen	Betrieb mit und ohne angeschlossenen PC, Umschalter zwischen Visualisierer, HDMI-Eingang, VGA-Eingang (zur Darstellung eines angeschlossenen PC am Beamer, Whiteboard, Touch-Display), Speichern von Bildern und Szenen auf USB-Stick bzw. Speicherkarte, Automatische Kompatibilität mit angeschlossenen Geräten (PC, Whiteboard)	
Ergonomie, Zertifizierungen	CE-Zertifikat, „Energy Star“ beschreibt Mindestanforderungen für die Energieeffizienz. „Blauer Engel“ ist ein Umweltprüfzeichen mit Kriterien zu Energieverbrauch, Materialanforderungen, Recyclingfähigkeit und Geräuschemission,	Energy Star
Gewährleistung		Mindestens 24 Monate Gewährleistung
Service	Der Hersteller soll über eine gut gepflegte (ggfs. deutschsprachige) Internetpräsenz verfügen und darüber kostenlos Firmware-Updates, Datenblätter und Zusatzinformationen (z. B. Konfigurationsbeispiele) anbieten.	Deutschsprachiges Benutzerhandbuch und Installationsanleitung, Kostenfreie Versorgung mit Firmware-Updates

A.13 Multimedia-Beamer

Multimedia-Beamer können als Hilfsmittel in verschiedenen Räumen eingesetzt werden, wenn keine Notwendigkeit zur Interaktion besteht oder die Projektionsfläche zu groß ist.

Sofern Beamer in Verbindung mit Visualisierern / Dokumentenkameras eingesetzt werden, werden sich durch einen verstärkten Einsatz die Betriebszeiten erhöhen. Daher sind die Folgekosten durch den Lampentausch bereits bei der Kaufentscheidung zu bedenken.

In Klassenzimmern sollten bevorzugt Kurzstanz-Beamer eingesetzt werden, die über der Projektionsfläche fest montiert sind. Diese reduzieren zum Einen die Schattenbildung und verhindern zum Anderen, dass die Lehrkräfte bei einer Präsentation in den Beamerstrahl blicken. Neben der Darstellungsqualität sollte auch auf Handhabung, Anschlussmöglichkeiten und Lüftergeräusch geachtet werden. Eine Fernbedienung ist aus didaktischen Gründen sinnvoll.

In größeren Räumen oder bei größeren Projektionsflächen sind an der Decke installierte Beamer sinnvoll. Bei fest installierten Beamern müssen Anschlussmöglichkeiten im Bereich des Lehrarbeitsplatzes vorgesehen werden.

Bei Installation des Beamers ist auf eine gut ausgeleuchtete und ausreichend große Projektionsfläche zu achten, welche in einer angemessenen Höhe vollständig aus allen Bereichen des Raumes zu sehen ist.

Sollen die Inhalte von Smartphones oder Tablets per WLAN über Beamer dargestellt werden, sind ggfs. Zusatzgeräte zum Anschluss an den Beamer erforderlich.

Aktuelle Beamer bieten verschiedene Helligkeitsstufen an (z. B. Normal- und Eco-Modus). Bei der angegebenen Lichtstärke, bei der Lampenlebensdauer und beim Betriebsgeräusch muss die jeweilige Helligkeitsstufe betrachtet werden. Häufig wird in den Datenblättern der günstigste Wert genannt.

Tabelle 16 – Datenblatt: Multimedia-Beamer

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Lichtstärke	Für wechselnde Lichtverhältnisse und nicht optimal geeigneten Projektionsflächen	3.500 ANSI-Lumen (Normal-Modus)

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Auflösung	Die Standardauflösung ist derzeit WXGA (1.280 x 800 Pixel), 16 : 10 Bildformat. Falls ein Beamer primär zur Videowiedergabe vorgesehen ist, ist eine 16 : 9-Darstellung (z. B. 1.280 x 720 Pixel, HD-Ready) besser geeignet.	Native Auflösung: WXGA 1.280 x 800 Pixel
Lampe	Betriebsdauer	5.000 Stunden (im Normal-Modus bei 3.500 ANSI-Lumen)
Schnittstellen	Aktueller Standard sind mind. ein HDMI- und ein VGA-Eingang, weitere Signaleingänge können sinnvoll sein, LAN-Anschluss (Steuerung des Beamers über das Netzwerk oder mit Zusatzsoftware am PC, direkte Präsentation über das Netzwerk), USB-Anschluss, Um ein Soundsystem statt der Beamer-Lautsprecher zu betreiben, ist ein Audioausgang notwendig.	HDMI, optional VGA, Video Cinch ein, Audio Cinch ein, Audio Cinch aus
Ergonomie	Betriebsgeräusch (je nach Betriebsmodus)	28 dB (Eco-Modus) 36 db (Normal-Modus)
Gewährleistung, Service	Für Schulen geben einige Hersteller durch Registrierung des Gerätes eine erweiterte Garantie von drei Jahren. Dies trifft oft auch auf die Lampe zu. Aufstellen bzw. Montage, Entsorgung der Verpackung	36 Monate Gewährleistung

A.14 Interaktive Whiteboards / Interaktive Touch-Displays

Interaktive Whiteboards / Interaktive Touch-Displays lösen zunehmend die klassische Schultafel ab und werden damit zum zentralen Informations- und Interaktionselement für eine moderne Klassenraumumgebung. Die Systeme sind mit einem Computer via USB, Bluetooth, LAN oder WLAN verbunden.

Das interaktive Whiteboard umfasst in der Regel das Whiteboard mit einem Projektor, während das interaktive Touch-Display auf einen Projektor verzichtet.

Die sinnvolle Nutzung solcher Systeme setzt eine entsprechende Akzeptanz im Lehrerkollegium voraus. Da es bei den Systemen in Verbindung mit der eingesetzten Software sehr unterschiedliche Bedienkonzepte gibt, ist es ratsam, solche Modelle im Kollegium zu testen und die Entscheidung zur Beschaffung aus dem Kollegium heraus zu treffen.

Falls an der Schule bereits interaktive Whiteboards oder Touch-Displays im Einsatz sind, sollten neu anzuschaffende Systeme mit diesen kompatibel, d. h. ähnlich zu bedienen und gespeicherte Inhalte wischen diesen Modellen austauschbar sein.

Tabelle 17 – Entscheidungskriterien: Interaktives Whiteboard

Merkmal	Entscheidungskriterien	
Hardware		
Beamer (für interaktives Whiteboard)	Der Beamer (Kurzstanz-Beamer) sollte mit dem Whiteboard verbunden sein. Hinsichtlich der technischen Parameter wird auf das Datenblatt Multimedia-Beamer (s. Anlage A.13) verwiesen. Zusätzlich muss der Beamer interaktiv die Position des Stiftes erkennen.	
Whiteboard Touch-Display	Größe	Die Größe des Whiteboards sollte der einer normalen Wandtafel entsprechen. Gegebenenfalls sind auch Seitenflügel sinnvoll, die wie eine normale Wandtafel verwendet werden können.
	Konstruktion	Fahrbare Konstruktion oder an Wand befestigt. Mobile Lösungen erfahren einen höheren Verschleiß und erhöhten Wartungsbedarf. Bei Befestigung an der Wand unterscheidet man fest installierte und höhenverstellbare Varianten. Bei der Montage ist sowohl auf die Nutzbarkeit als auch auf die Sichtbarkeit zu achten.
	Display	Das Display sollte entspiegelt sein, damit keine Blendeffekte durch einfallendes Licht über Fenster oder Oberlichter entstehen. Die Oberfläche sollte matt gestaltet sein.

Merkmal	Entscheidungskriterien	
	Schnittstellen	Verbindung zum PC über USB, Bluetooth, LAN oder WLAN, Weitere Anschlüsse (HDMI, Audio) sind sinnvoll. Die Anschlüsse müssen leicht zugänglich (Geräteseite) sein.
	Betriebssystem	Die Systeme müssen alle gängigen Betriebssysteme unterstützen.
	Bedienkonzept	Bedienung mit Spezialstift, mit beliebigem Stift oder mit der Hand, Bedienung über Icons am Bildschirm, über Knöpfe bzw. über die Stiftablage am Whiteboard, Umschalten zwischen Maus- und Schreibfunktion, Konzept zur Auswahl der rechten Maustaste, Umschalten zwischen Stiften (Farbe, Strichstärke, Löschfunktion) Gleichzeitiges Arbeiten mit mehreren Stiften
	Schreibgefühl	Das Schreiben auf dem Whiteboard sollte sich komfortabel anfühlen (ähnlich einer klassischen Tafel). Die Stifte dürfen keine Geräusche machen, weder beim Aufsetzen (Klackern) noch beim Schreiben.
	Präzision	Der Tafelanschrieb sollte annähernd so präzise sein, wie bei einer klassischen Tafel (sauberes Schriftbild).
	Stifte	Vor allem bei Spezialstiften ist der Verschleiß der Stifte (Stiftspitzen) zu beachten. Aktive Stifte benötigen eine Batterie oder einen Akku. Ersatzstifte sind notwendig.
	Gewährleistung	Aussagen zur Lebensdauer eines Boards bzw. Displays sollten kritisch hinterfragt werden, da die Nutzungsdauer nicht nur vom Board / Display selbst sondern auch von Zusatzkomponenten wie Stiften, Beamer, Schnittstellen zum Computer, der verwendeten Software und dem Computer-Betriebssystem abhängt. Gegebenenfalls sind entsprechende Service-Vereinbarungen abzuschließen.
Software		
	Sprache	Deutsch mit kontextbezogener Hilfe

Merkmal	Entscheidungskriterien	
	Features	Individuelle Werkzeugleiste, Eigene Nutzerprofile, Multilinguale Zeichen- und Schrifterkennung (auch Handschriftenerkennung), Werkzeug zur Steuerung des Visualisierers / der Dokumentenkamera, Automatisches Speichern in voreingestellten Zeitintervallen inkl. Dokumentwiederherstellung, Undo-Funktionalitäten Im- und Export der erstellten Materialien in einem schulweit gängigen Format, Im- und Export sowie Editieren von anderen Dateiformaten (z. B. Office-Anwendungen) Webzugriff Übliche Tafelwerkzeuge, wie Dreieck, Lineal, Zirkel etc. sollen als digitale Werkzeuge enthalten sein.
Service	Deutsches Handbuch mit Anleitung und methodischen Hinweisen zum Einsatz im Unterricht Der Hersteller sollte über eine gut gepflegte, deutschsprachige Internetpräsenz verfügen und darüber kostenlos Software- und Firmware-Updates, Datenblätter und Zusatzinformationen (z. B. Konfigurationsbeispiele) anbieten. Die Software kann auf beliebig vielen Computern der Einrichtung, aber auch auf privaten Computern mit Schulkontext installiert und genutzt werden. Sinnvollerweise sollte der Hersteller, Lieferant bzw. IT-Partner eine Einweisungsschulung für das Kollegium anbieten, um die Nutzungsmöglichkeiten zu beschreiben sowie spezielle Features zu demonstrieren.	

A.15 Akustikanlage

Eine Akustikanlage sollte einen angemessenen Lautstärkepegel und vollen Klang im Klassenzimmer garantieren.

Tabelle 18 – Entscheidungskriterien: Akustikanlage

Merkmal	Entscheidungskriterien
Bauart	Mindestens 2-Wege-Lautsprecher-Bassreflex Es können jedoch auch 2.1-Systeme (2 Hochtöner, 1 Subwoofer) zum Einsatz kommen. Komplexere Anlagen sind nur für große Räumlichkeiten sinnvoll.
Effektivwert	Mindestens 2 x 20 W (40 W)
Regelung	Lautstärke, Bass, Treble
Bandbreite	60 – 20.000 Hz
Eingänge	Zur Reduzierung der Zimmerverkabelung können Lautsprecher mit USB-Anschlüssen genutzt werden.
Konstruktion	Sinnvollerweise sollten Lautsprecher für die Wandinstallation geeignet sein.

B Szenarien

B.1 Serverloses Netzwerk

Dieses Szenario beruht auf einer Zusammenstellung erprobter Komponenten. Basis ist der Aufbau einer kabelgebundenen Netzwerkinfrastruktur. Im Zentrum stehen standardisierte Endgeräte (Schul-Rechner, Laptops), dessen aktiver Schutz gewährleistet sein muss (vgl. Kapitel 7). Zur Bereitstellung und Sicherung notwendiger Daten kann ein in das Netzwerk eingebundenes NAS oder ein kleiner Server dienen. Über das Internet-Gateway werden zudem die Internetinhalte gefiltert.

Das Einbinden weiterer mobiler Endgeräte ist möglich, bedarf jedoch zusätzlicher Komponenten sowie einer sorgfältigen Planung.

Zielgruppe

Zielgruppe dieses Szenarios sind Schulen, die nur Basisfunktionalitäten benötigen (z. B. Primarbereich) und ein möglichst wartungsarmes und vergleichsweise kostengünstiges Schulnetzwerk anstreben.

Merkmale

Vorteile:

- Wartungsarmes, betriebssicheres und kostengünstiges System,
- keine Serververwaltung notwendig,
- einfache Bedienung, da keine besonderen Anforderungen an die Nutzer gestellt werden,
- Internet-Filterung gewährleistet,
- allgemeine und personenbezogene Protokollierung der Zugriffe auf das Internet ist möglich,
- passwortgeschützter, individueller Netzwerkspeicherplatz möglich.

Nachteile:

- Alle am System angeschlossenen Arbeitsplatzrechner benötigen einen vollumfänglichen Systemschutz,
- Bandbreitenprobleme sind zu beachten,
- nicht für größere Schulen oder Schulformen geeignet.
- Softwareverteilung möglicherweise aufwändiger,
- Probleme hinsichtlich der Skalierbarkeit

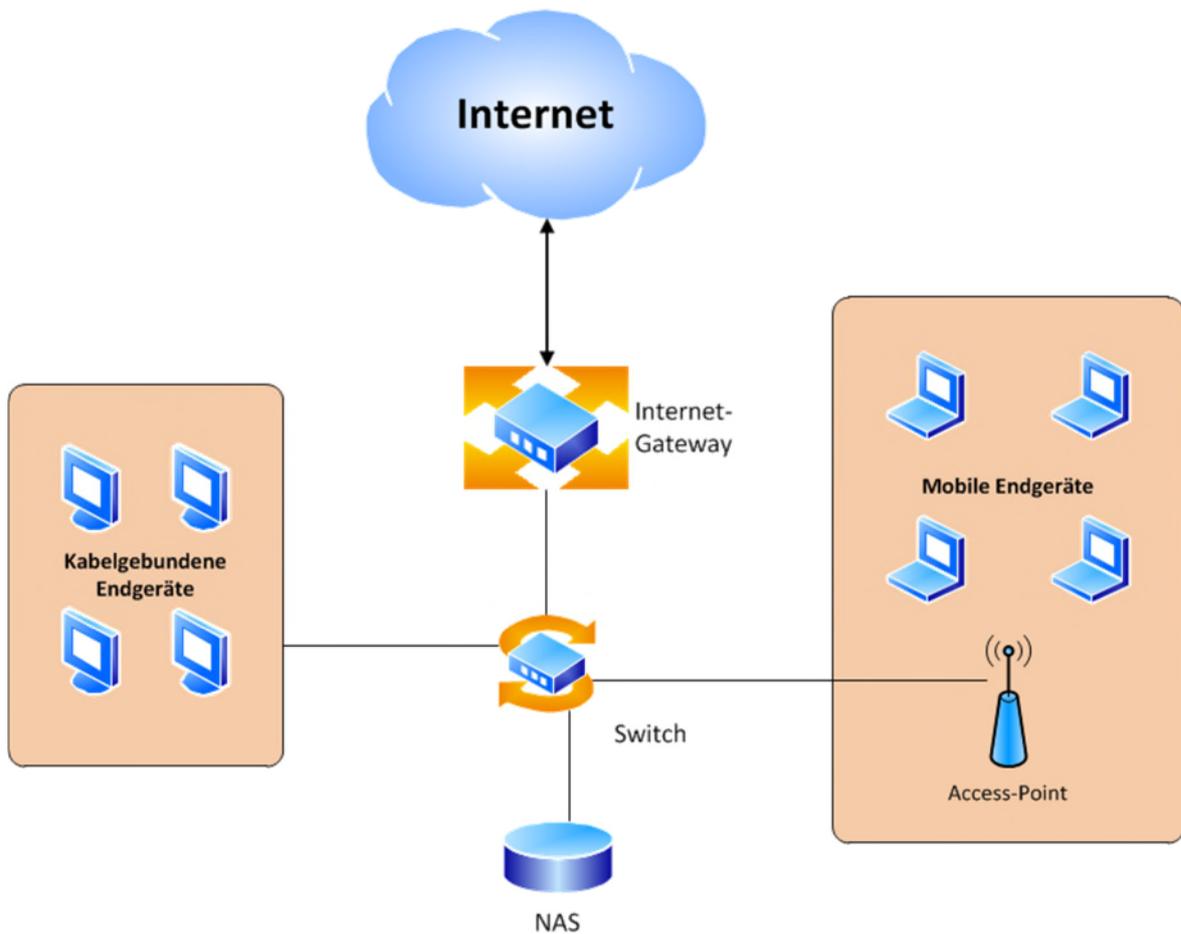


Abbildung 4 – Szenario 1: Serverloses Netzwerk

B.2 Netzwerk mit Schulserver

Mit dem Aufbau einer Schulserver-Architektur besteht die Möglichkeit, sämtliche Arbeitsplatzrechner weitgehend automatisiert zu installieren, Software sicher zu verteilen und die Rechner in das gesamte Netzwerk einzubinden.

Schulserver übernehmen hierbei zusätzlich die Benutzerverwaltung. Ebenso ist die Einbindung des WLAN-Netzes über einen Radius-Server möglich.

Weitere Möglichkeiten bestehen in zusätzlichen Diensten, z. B. E-Mail, Termine, Dateien, Foren, Lernplattformen.

Es ist unbedingt eine datenschutzrechtliche Bewertung des Systems erforderlich.

Zielgruppe

Netzwerke mit Schulserver sind für Schulen interessant, die Funktionalitäten, wie Benutzerverwaltung mit personenbezogenen Ordnern und automatisierter Softwareverteilung nutzen wollen.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, Internetinhalte zwischenspeichern, um so die Internetbandbreite der Schule zu schonen.

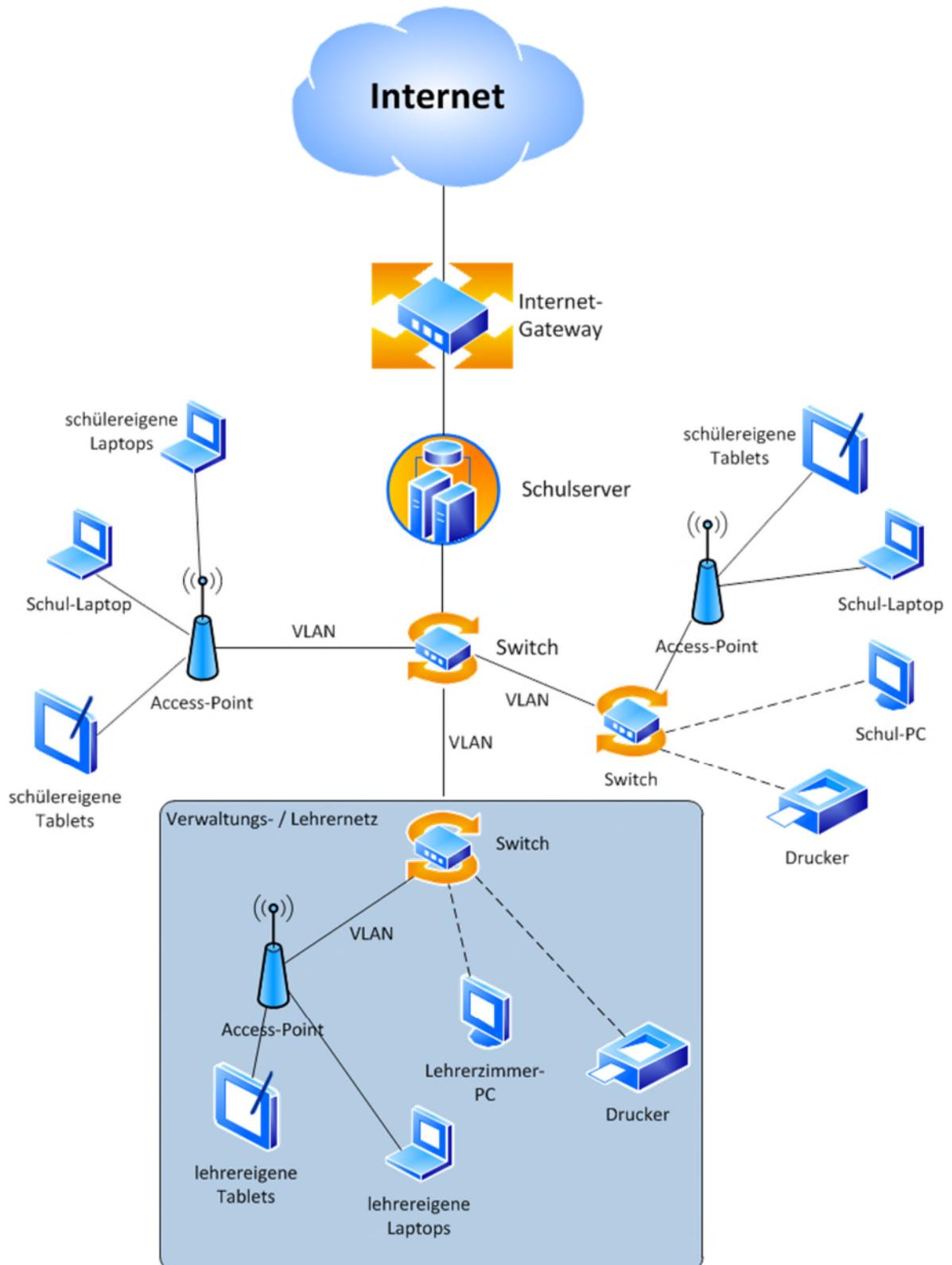


Abbildung 5 – Szenario 2: Netzwerk mit Schulserver

Merkmale

Vorteile

- Zentral verwaltete Dienste,
- Bereitstellung von Active-Directory-kompatiblen Domänen.
- Einfache Pflege und Neuinstallation von Arbeitsplatzrechnern durch:
 - automatisierte Softwareverteilung,
 - automatisierte Komplettinstallation (Imaging),
 - Geräteinventarisierung,
 - Rechnerschutzfunktionen.
- Umfangreiche Raum-, Gruppen- und Benutzeradministration,
- zentrale Datenablage

Nachteile

- Umfassende Kenntnisse bei der Administration der Schulserver notwendig,
 - Schulung notwendig,
 - regelmäßige Wartung der Server,
 - Einspielen automatisierter Installationen, Patches und Batches.
- Erstellung und Umsetzung von folgenden Konzepten notwendig:
 - Sicherheitskonzept,
 - Benutzer- und Benutzerverwaltungskonzept,
 - Datenschutzkonzept,
 - Datensicherungskonzept.

B.3 Schulübergreifendes Netzwerk mit Server

Mit Erweiterung der Remote-Funktionalitäten auf eine zentrale Administration können mehrere Schulnetzwerke gesteuert werden. Diese Steuerung kann durch den Schulträger erfolgen oder aber durch das Land. Auch können sich einzelne Schulen zusammenschließen und so Ressourcen zur Administration gemeinsam bündeln.

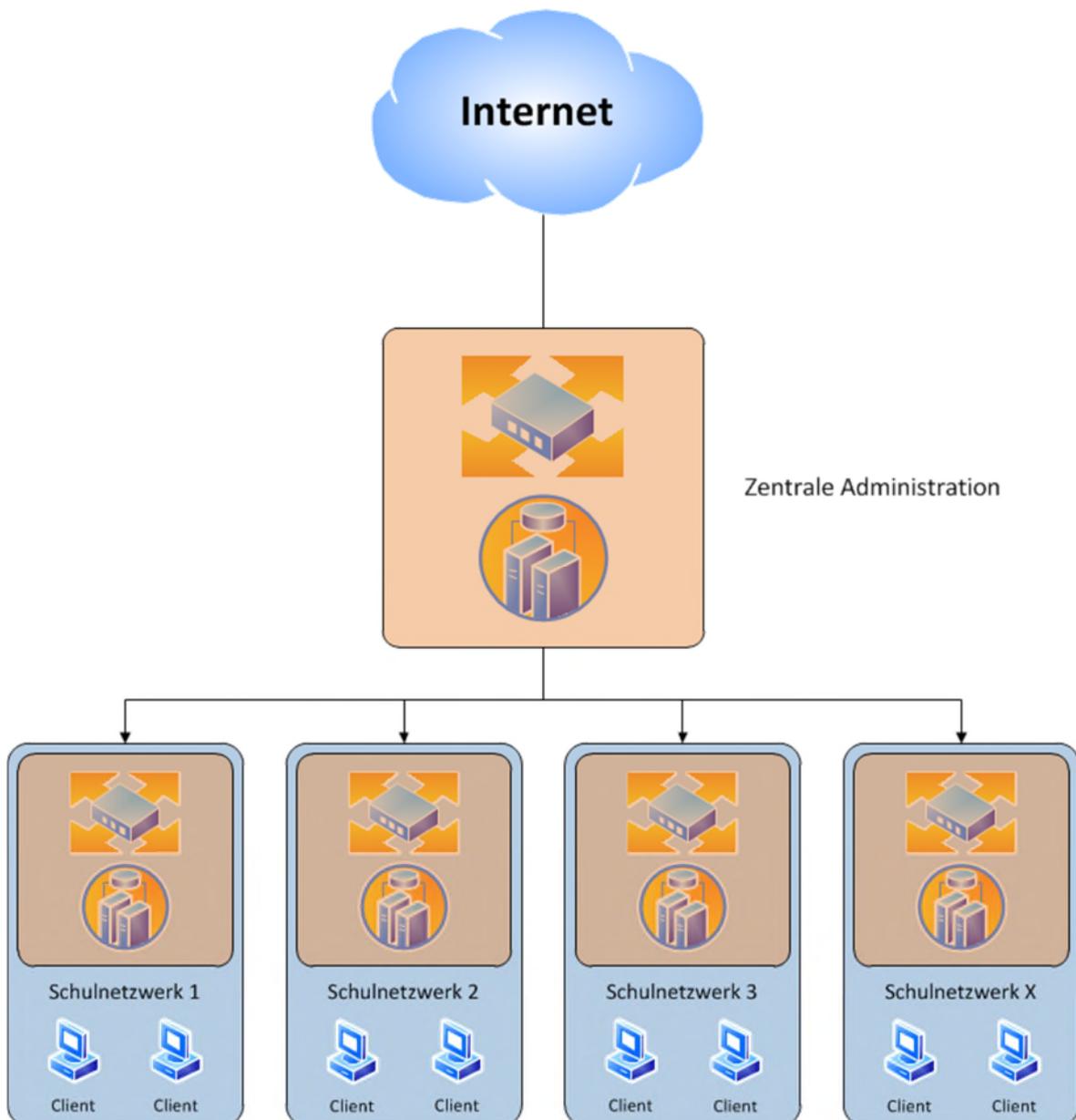


Abbildung 6 – Szenario-Erweiterung: Schulübergreifendes Netzwerk

Merkmale:

Leichte Integration weiterer Schulen in eine Schul-Domäne, wobei alle relevanten IT-Dienste, wie E-Mail, Internetzugang oder Lernplattformen jeder Schule sofort zur Verfügung stehen.

