



Beraterkreis zur IT-Ausstattung von Schulen

Votum 2014

**Beraterkreis zur IT-Ausstattung von Schulen
des Bayerischen Staatsministeriums für
Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst
Votum 2014**

Erarbeitet von Vertretern folgender Institutionen:
Bayerisches Staatsministerium für
Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst
Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung
Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
Regierung von Oberbayern
und erfahrenen Lehrkräften

München, September 2014

Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für
Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst
Salvatorstraße 2
80333 München
<http://www.km.bayern.de>

Akademie für Lehrerfortbildung
und Personalführung
Kardinal-von-Waldburg-Str. 6-7
89407 Dillingen
<http://alp.dillingen.de>

Bezug: Das Votum 2014 ist im Internet unter der Adresse
<https://www.mebis.bayern.de/votum>
abrufbar.

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlage und Gültigkeit des Votums.....	4
2. Hinweise zur Planung und zum Einsatz von IT-Systemen	4
a) Planung von IT-Systemen in der Schule.....	4
b) Beratungs- und Fortbildungsangebote	5
c) Einsatzgebiete von IT-Systemen in der Schule.....	6
d) IT-Systeme in der Schulverwaltung.....	8
3. Hinweise zur Beschaffung und Betreuung von IT-Systemen	9
a) Mindestanforderungen	9
b) Gebrauchtrechner und Leasing	10
c) Systembetreuung.....	10
4. Aussagen zur Empfehlung von IT-Systemen.....	11
a) Allgemeine Voraussetzungen	11
b) Vernetzung der Rechner, Schulhausvernetzung	12
c) Arbeitsplatzrechner	15
d) Arbeitsplatzbetriebssysteme	16
e) Rechner als Server im Netz.....	17
f) Serverbetriebssysteme.....	17
g) Terminalserver-Systeme	18
h) Systeme zur Datensicherung.....	18
i) Internetzugang.....	19
j) Access-Points.....	19
k) Drucker	20
l) Großbildprojektion.....	20
m) Spezielle Peripherie	22
n) IT-Systemlösungen für Schulen.....	23
5. Aussagen zu Schutzmaßnahmen	23
a) Firewall	24
b) Webfilter	24
c) Logische Trennung in Teilnetze	25
d) Zugriff auf zentrale Komponenten.....	25
e) Client-Absicherung	25
f) Sicherheitsupdates.....	26
g) Virenschutz	26
h) Notebooks oder mobile Datenträger	26
i) Geschützte Übertragung und Speicherung.....	26
j) Nutzungsordnung.....	27
k) Schutzmaßnahmen in der Schulverwaltung.....	28
6. Aussagen zur Anwendersoftware.....	28
a) Standardsoftware, Branchensoftware, Pädagogische Software	29
b) Programmierumgebungen.....	29
c) Autorensysteme und Präsentationsprogramme	30
d) Lernplattformen	30
7. Aussagen zu angebotenen Geräten und Programmen	31
8. Weiterführende Literaturhinweise	34

1. Grundlage und Gültigkeit des Votums

Eine an pädagogischen Zielsetzungen orientierte IT-Ausstattung der Schulen ist eine wesentliche Voraussetzung zur Stärkung der Medienkompetenz von Schülerinnen und Schülern, für den Einsatz neuer Medien im Unterricht. Obwohl das Bayerische Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst für die Beschaffung von Rechnern und Programmen im Allgemeinen nicht zuständig ist, will es die Schulen und Sachaufwandsträger in die Lage versetzen, Neuausstattungen und Ersatzbeschaffungen in bestmöglicher Weise vorzunehmen.

Dazu werden derzeit auch auf Ebene der Staatsregierung unter Beteiligung der betroffenen Ressorts Diskussionen geführt, inwieweit die zentrale Bereitstellung informationstechnischer Dienste die Schulen entlasten und gleichzeitig den Einsatz der Medien fördern kann. So werden ab dem Schuljahr 2014/2015 durch das Landesmedienzentrum Bayern (<https://www.mebis.bayern.de>) ein Infoportal, eine Mediathek, eine Lernplattform und ein Prüfungsarchiv allen staatlichen Schulen unentgeltlich zur Verfügung gestellt (<https://www.mebis.bayern.de/home/ueber-mebis>).

Zur Vorbereitung des Votums hat das Staatsministerium die notwendigen Informationen durch Firmenkontakte, Messebesuche, Erfahrungsberichte von Schulen sowie durch Testberichte gewonnen und dem Beraterkreis in der Besprechung am 23. Juni 2014 vorgelegt.

Empfehlungen für schulgeeignete Rechner im Votum werden so getroffen, dass eine Nutzungsdauer von fünf Jahren möglich erscheint. Allerdings schreitet die technische Entwicklung im Bereich der Computer rasch voran, so dass sich das Votum dieser Entwicklung anpassen muss. Insofern beziehen sich die in diesem Votum festgelegten Aussagen über Mindestanforderungen und Empfehlungen schulgeeigneter Rechner jeweils auf den aktuellen Sachstand zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Votums.

Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass sich Kaufentscheidungen, die auf der Basis des Votums getroffen werden, bei Veröffentlichung eines neuen Votums als voreilig oder falsch herausstellen. Bei Ergänzungsbeschaffungen kann, soweit dies ohne Einschränkung der schulischen Nutzung möglich ist, auch auf eine vorhergehende Kaufentscheidung Bezug genommen werden. Das Votum berücksichtigt dies, indem es einerseits bewährte und erprobte Rechner Typen ebenso empfiehlt, wie es neueste Entwicklungen einbezieht, die für den schulischen Einsatz geeignet erscheinen.

2. Hinweise zur Planung und zum Einsatz von IT-Systemen

a) Planung von IT-Systemen in der Schule

Zur Vorbereitung von Beschaffungsmaßnahmen im IT-Bereich muss an der Schule ein kompetentes *Planungsteam* gebildet werden, das für die Schule ein umfassendes Einsatz- und Ausstattungskonzept entwickelt, idealtypischerweise im Rahmen eines Medienentwicklungsplanes (vgl. Projekt „Referenzschule für Medienbildung“ des Staatsministeriums, <http://www.medienшкоulen.bayern.de>):

- Zielsetzung unter Berücksichtigung der Einsatzgebiete (vgl. Buchst. c, Seite 6)
- Bestandsaufnahme der Medienkompetenz der Lehrkräfte, des bisherigen IT- und Medieneinsatzes innerhalb und außerhalb des Unterrichts und der bisherigen technischen Ausstattung
- Konkrete schulbezogene Planung des IT-Einsatzes (etwa im Rahmen eines fächer- und jahrgangsstufenübergreifenden Medien- und Methodencurriculums in Verbindung mit einem schulinternen Fortbildungskonzept im Bereich Medien) und der IT-Ausstattung

- Evaluation
- Finanzierung
- Einführung und Schulung
- Betreuung und Wartung

Das Planungsteam prüft mittelfristige Realisierungsmöglichkeiten und verfolgt die konkrete Umsetzung. Es muss dazu mindestens aus Vertretern der Schulleitung, des Sachaufwandsträgers und der Systembetreuerin bzw. des Systembetreuers der Schule bestehen. Bei Bedarf können weitere Vertreter des Kollegiums, der Schülerinnen und Schüler sowie der Eltern hinzugezogen werden. Insbesondere bei komplexeren Planungen im Bereich vernetzter Systeme (Stichwort Schulhausvernetzung) sollen auch externe Experten (z. B. IT-Fachberater oder Medienpädagogisch-informationstechnische Berater, IT-Experten des Sachaufwandsträgers, IT-Experten der Ausbildungsbetriebe im beruflichen Bereich, Ingenieurbüros) in die Planung ergänzend eingebunden werden.

Im Sinne von „Green IT“ ist schon bei der Planung auf einen dauerhaft ressourcenschonenden Einsatz der IT-Systeme zu achten. Möglichkeiten dafür bieten sich in der Gesamtplanung z. B. im Zusammenspiel mit der Gebäudeleittechnik an (z. B. Nutzung von Abwärme bei Serversystemen, zentrales Herunterfahren oder automatische Standby-Schaltung von Computern), bei der Reduktion der Anzahl der Server (Virtualisierung von Serversystemen und Nutzung zentraler Dienste außerhalb der Schule), durch energiesparende Clientsysteme (z. B. Thin Clients oder Bürocomputer mit geringer Leistungsaufnahme) und durch die Beachtung von Umweltprüfzeichen (z. B. Blauer Engel, Energy Star). Das Trennen der PCs vom Stromnetz (z. B. über einen Hauptschalter) kann Probleme beim Service und Support verursachen, wenn automatische Installationsprozesse über WOL (Wake on LAN) angestoßen werden sollen. Bei Neuplanungen ist im Hinblick auf Folgemaßnahmen insbesondere auch eine Evaluation vorzusehen. Vor einer weiteren Planung ist auf die Ergebnisse dieser Evaluation zurückzugreifen.

b) Beratungs- und Fortbildungsangebote

Für Fragen der *informationstechnischen Bildung (ITB)* und zur *IT-Ausstattung* existiert mit den Fachberatern seit Jahren ein umfangreiches Beratungsnetzwerk. Es wird dringend angeraten, dieses Angebot bei anstehenden Beschaffungsmaßnahmen zu nutzen (siehe auch <https://www.mebis.bayern.de/votum/it-beratung>).

Mit KMBek vom 26. Juni 2007 Nr. III.4-5 S 1356-5.41 867 (siehe auch <http://dozenten.alp.dillingen.de/mp/material/MIB-Kmbek-2007.PDF>) hat das Kultusministerium die Aufgaben der medienpädagogischen und informationstechnischen Beratung neu formuliert und geregelt:

Im *Medienbereich* stehen für didaktische und pädagogische Fragen die Medienpädagogisch-informationstechnischen Berater (MiB) zur Verfügung, die an allen Dienststellen der Ministerialbeauftragten sowie an allen Schulämtern und Regierungen angesiedelt sind (siehe auch <http://www.mib-bayern.de>).

Zu Fragen des Datenschutzes stehen an allen staatlichen Realschulen, Gymnasien und beruflichen Schulen, für Grund- Mittel- und Förderschulen pro Schulamtsbezirk Datenschutzbeauftragte zur Verfügung (siehe: <https://www.mebis.bayern.de/kategorie/service/recht/datenschutz>)

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

Des Weiteren stehen zentrale Beratungsangebote zur Verfügung:

- IT-Ausstattung: Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung
(g.schlagbauer@alp.dillingen.de)
- Medieneinsatz: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
(<http://www.isb.bayern.de>),
Landesbeauftragte für den Computereinsatz im Fachunterricht
(<https://www.mebis.bayern.de/service/beratung/landesbeauftragte>),
Medienpädagogisch informationstechnische Berater (MiB)
(<https://www.mebis.bayern.de/suche-mib>)
- Medienzentren: Beratung durch die Medienzentren der Stadt- und
Kreisbildstellen, auch im Hinblick auf digitale
Unterrichtsmedien
(<https://www.mebis.bayern.de/medienzentren>)
- Schulverwaltung: Multiplikatoren für Schulverwaltungsprogramme
(<http://www.asv.bayern.de/winsv>, <http://www.asv.bayern.de>)

Mit der Fortbildungsinitiative SCHULNETZ (net@school) werden allen Systembetreuerinnen und Systembetreuern vielfältige Schulungen zum Aufbau von und Umgang mit vernetzten IT-Systemen angeboten (siehe auch Abschnitt 3c, Seite 10, Systembetreuung; nähere Informationen unter <http://alp.dillingen.de/schulnetz>).

Vom Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst wurde im Schuljahr 2009/2010 unter Leitung der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung und des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung der Arbeitskreis „Digit@les Lehren und Lernen“ eingerichtet. Der Arbeitskreis hat bis zum Schuljahr 2012/2013 vielfältige Materialien und Artikel zu Themen wie „Lehren und Lernen mit Notebooks und Netbooks“, oder „Interaktive Whiteboards“ erarbeitet, die nun unter <http://www.mebis.bayern.de> (Suchbegriff: Notebook bzw. Whiteboard) verfügbar sind.

c) Einsatzgebiete von IT-Systemen in der Schule

Die Beschaffung schulgeeigneter Rechner muss im Gesamtkontext der geplanten Einsatzmöglichkeiten vorbereitet und entschieden werden. Die allgemeinen, schulartübergreifenden Ziele und Inhalte der Medienerziehung und informationstechnischen Bildung sind in der Bekanntmachung des Staatsministeriums für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst vom 24. Oktober 2012 Az.: III.4-5 S 1356-3.18 725 „Medienbildung – Medienerziehung und informationstechnische Bildung in der Schule“ festgehalten

(siehe: <https://www.verkuendung-bayern.de/kwmb1/jahrgang:2012/heftnummer:22/seite:357>); die schulartspezifische Konkretisierung erfolgt in den Studentafeln und Lehrplänen, wobei heute IT-Systeme prinzipiell in nahezu allen Unterrichtsfächern zum Einsatz kommen.

Bei den Überlegungen zur Beschaffung und bei einer Empfehlung bestimmter Rechnerarten ist daher zu beachten, dass es differenzierte Einsatzgebiete für IT-Systeme gibt, z. B. Medienerziehung, informationstechnische Grundbildung, Informatik, Datenverarbeitung, Informationstechnologie, Technisches Zeichnen, Textverarbeitung, Fachunterricht, Multimedia, elektronische Informationsbeschaffung.

Dabei wird in Fächern wie Informatik, Datenverarbeitung oder Informationstechnologie in der Regel ein unmittelbarer Computerbezug hergestellt. In anderen Unterrichtsfächern steht die

Anwendungsnutzung im Vordergrund. Hier wird in erster Linie der Werkzeugcharakter bzw. der mediale Aspekt des Rechners genutzt (u. a. Nutzung von Standardwerkzeugen, wie z. B. Textverarbeitung, Präsentationssoftware, CAD- und SPS-Programme in gewerblich-technischen Fächern, Warenwirtschaftssysteme in kaufmännischen Fächern, Bild- und Videobearbeitung im Kunstunterricht und in Projekten, pädagogische Software wie etwa multimediale Lernumgebungen).

Zusätzlich erfahren digitale Medien als Informationsquelle, Kommunikationshilfe und für unser alltägliches Tun und Handeln nicht zuletzt durch das Internet eine ständig wachsende Bedeutung. Medienbildung durch Umgang mit digitalen und herkömmlichen Medien muss in der Schule allen Schülerinnen und Schülern ermöglicht werden. Dabei muss neben dem didaktischen Mehrwert insbesondere eine verbesserte Unterrichtsqualität im Fokus stehen. Die Vermittlung einer kritischen Medienkompetenz erfordert neben der Sachausstattung grundsätzlich auch eine Systematisierung der Medienarbeit an der jeweiligen Schule sowie eine entsprechende Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte.

Zur Vollausrüstung einer Schule sind je nach Umfang der *unterrichtsbedingten Rechnernutzung* und je nach vorgegebenen *Einsatzgebieten* Rechnerarbeitsplätze in Fachräumen bzw. den Klassenzimmern, Rechner im Lehrerzimmer sowie beim Einsatz im Klassenverband ein Rechnerraum bzw. mehrere Rechnerräume mit entsprechender Ausstattung nötig. Dabei werden die Arbeitsplätze in das Rechnernetz der Schule integriert (Schulhausvernetzung).

Rechnerräume

Wenn für alle Schülerinnen und Schüler ein entsprechender Einsatz im Klassenverband ermöglicht werden soll, stellt ein *Rechnerraum* eine wirtschaftliche Lösung dar; je nach Schülerzahl und anfallendem Unterricht können auch mehrere Rechnerräume notwendig sein. Dabei soll idealerweise für jeden Schüler ein Arbeitsplatz zur Verfügung stehen. Der Lehrerarbeitsplatz benötigt zusätzlich eine Projektionseinrichtung.

Falls es die räumlichen Möglichkeiten zulassen, sollten die Computer so angeordnet werden (beispielsweise in U-Form), dass die Lehrkraft alle Bildschirme im Überblick hat und bei Fragen der Schülerinnen und Schüler die einzelnen Arbeitsplätze schnell erreichen kann. Aus ergonomischen Gründen werden für die Arbeit am Computer Drehstühle empfohlen. Ergänzend dazu sind zusätzliche Tische zur Arbeit ohne Computer sinnvoll.

Als Ergänzung oder Alternative zu klassischen Rechnerräumen kann die Ausrüstung von Klassenzimmern mit einer Infrastruktur zur Nutzung mobiler Geräte (z. B. Notebooks, oder Tablets) im Klassenverband in Betracht kommen (siehe Klassenzimmer).

Fachräume (auch Bibliothek, Internetcafe, Lehrerzimmer)

Der Beraterkreis hält die Verfügbarkeit von Multimedia-Rechnern gemäß Abschnitt 4c, Seite 15, mit einer entsprechenden Peripherie in *Fachräumen der Schule* für erforderlich. Entsprechende Systeme können vielfältig eingesetzt werden: z. B. Biologie, Chemie und Physik (Messwerterfassung und -auswertung, Steuern und Regeln, Simulationsprogramme), Musik und Kunst (Arbeit mit digitalen Klängen und Graphiken), Technisches Zeichnen (CAD). Speziell im beruflichen Bereich sind eigene Fachräume für CNC, SPS und Netzwerktechnik bzw. integrierte Fachräume unabdingbar.

Eine an der Schule vorhandene *Bibliothek* (für Schülerinnen und Schüler) soll durch eine Multimedia-Ausstattung mit entsprechender Peripherie (ideal: Medienecke mit 2-4 Rechnern mit Internetzugang, Drucker sowie einschlägiger Software wie z. B. Nachschlage- oder Lernprogrammen) oder durch Aufenthaltsräume mit Internetzugang (*Internetcafes*) ergänzt werden. Diese sollen von den Schülerinnen und Schülern außerhalb des regulären Fachunterrichts z. B. zur Informationssuche bzw. -gewinnung zu schulischen Zwecken genutzt werden können.

Im *Lehrerzimmer* sollen ebenfalls Rechnerarbeitsplätze mit Internetzugang, Drucker und Scanner eingerichtet werden. Damit soll für alle Lehrkräfte – in Ergänzung zu den in den o. g. Fachräumen vorhandenen IT-Systemen – die Möglichkeit gegeben sein, diese Rechner zur Unterrichtsvorbereitung zu verwenden.

Klassenzimmer

Neben dem Einsatz von Computern in den Rechner- und Fachräumen der Schule haben Tablets, Notebooks und Desktop-Computer als Arbeitsmittel im *Klassenzimmer* (z. B. für Demonstrationszwecke, zur Präsentation, zur Binnendifferenzierung, zur Projektarbeit oder zur Freiarbeit) große Bedeutung. Vorzugsweise sollten die Klassenzimmer mit einem PC oder Notebook für den Lehrer, einem fest an der Decke installierten Beamer, einer interaktiven Whiteboard/Beamer-Kombination oder einem großen Touchmonitor und gegebenenfalls einem Visualizer (Dokumentenkamera) ausgestattet sein. Alternativ können auch mobile Endgeräte (Notebooks oder Tablets) der Lehrkräfte zum Einsatz kommen.

Drahtlose mobile Geräte

Zunehmend werden auch mobile Computer im Klassenverband genutzt. Dabei kommen neben schuleigenen Geräten auch schülereigene Geräte (z. B. in Notebook-Klassen) zum Einsatz. Hier nutzen die Schülerinnen und Schüler das Notebook oder ein anderes mobiles Endgerät (Tablet oder Smartphone) als persönliches Lernwerkzeug, das an verschiedenen Lernorten (zu Hause und im Klassenverband) zur Verfügung steht.

Die Nutzung der mobilen Endgeräte setzt eine entsprechende technische Infrastruktur voraus (siehe auch Schulhausvernetzung, Abschnitt 4b, Seite 12):

- Flexibler Netzzugang im Klassenzimmer (üblicherweise WLAN)
- Möglichkeit zur sicheren Aufbewahrung der mobilen Geräte in der Klasse
- Gegebenenfalls Möglichkeit zum Laden der Akkus bzw. Anschluss an das Stromnetz
- Möglichkeit zum Klonen bzw. zur Neuinstallation der schuleigenen mobilen Geräte
- Projektionsmöglichkeit im Klassenraum
- Gegebenenfalls Trennung der mobilen Geräte vom Unterrichtsnetz und Einbindung in ein eigenes Teilnetz (siehe auch Abschnitt 5c, Seite 25, Logische Trennung in Teilnetze)

Deshalb muss, auch wenn die Beschaffung der mobilen Endgeräte durch die Eltern oder die Ausbildungsbetriebe erfolgt, das Einvernehmen mit dem Sachaufwandsträger hergestellt werden.

Informationen zu Fragestellungen rund um die Nutzung mobiler Endgeräte sind unter <http://www.mebis.bayern.de> (Suchbegriff: Notebook bzw. Netbook) veröffentlicht.

d) IT-Systeme in der Schulverwaltung

Über den unterrichtlichen Bereich hinaus ist der IT-Einsatz auch zur Unterstützung der Schulverwaltung von erheblicher Bedeutung.

Für typische Aufgaben, wie z. B. Textverarbeitung, ASV, Schülerdatei, Kollegstufendatei, Lehrerdatei, Stundenplan, Vertretungsplan, Sachmittelverwaltung oder Verwaltung des Bibliotheksbestands sind je nach Einsatzumfang eigene Arbeitsplätze mit entsprechender Peripherie (siehe auch Abschnitt 4c, Seite 15) erforderlich. Als Drucker werden in der Schulverwaltung in der Regel Laserdrucker (siehe auch Abschnitt 4j, Seite 20) eingesetzt. Als Ergänzung kommen DIN A3-Drucker (für spezielle DIN A3-Formulare wie z. B. Abiturzeugnisse), Duplexdrucker oder netzwerkfähige Multifunktionsgeräte (z. B. Druck-, Scan- und Kopiersysteme) in Frage.

Bei Schulen mit mehreren Verwaltungsrechnern ist eine Vernetzung dieser Rechner mit eigenem Server sinnvoll. Ein Zugang der Verwaltungsrechner zum Internet ist notwendig. Bei Vernetzung und Internetzugang sind entsprechende Schutzmaßnahmen erforderlich (siehe auch Abschnitt 5, Seite 23).

Bei Neuanschaffungen sollten auch die Möglichkeiten des neuen Schulverwaltungsprogramms ASV (Amtliches Schulverwaltungsprogramm) bedacht werden, das vom Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst mit dem Ziel einer verbesserten Unterstützung von Schulverwaltungsprozessen in enger Abstimmung mit dem neuen System ASD (Amtliche Schuldaten) entwickelt wird.

Die Anforderungen von ASV an die Arbeitsplatzrechner entsprechen im Wesentlichen den bisherigen Anforderungen an Verwaltungsrechner und werden durch die unter Abschnitt 4c, Seite 15, geschilderten Systemvorgaben erfüllt. Da ASV als Client/Server-System mit einer Datenbank je Schule/Schulzentrum konzipiert ist, ist bei Verwendung mehrerer Verwaltungsrechner mit ASV eine Vernetzung dieser Rechner notwendig. Bei mehr als drei Verwaltungsrechnern erfordert der Betrieb von ASV einen eigenen Server. Dessen Ausstattung ist von der Anzahl der ASV-Clientrechner abhängig und sollte sich an den in Abschnitt 4e, Seite 17 geschilderten Hardwareanforderungen orientieren.

3. Hinweise zur Beschaffung und Betreuung von IT-Systemen

a) Mindestanforderungen

Der Beraterkreis weist ausdrücklich darauf hin, dass das Votum *Mindestanforderungen* an schulgeeignete Rechnerkonfigurationen in allgemein gültiger Form beschreibt und dazu Empfehlungen ausspricht. Diese Mindestanforderungen berücksichtigen dabei

- die Anforderungen, die sich aus den o. g. Einsatzgebieten und Einsatzorten der Schule ergeben,
- die finanziellen Rahmenbedingungen der Sachaufwandsträger,
- die Gegebenheiten des Marktes,
- den Aufwand für die Systembetreuung

und versuchen, wirtschaftliche Lösungen mit einem guten Preis-Leistungs-Verhältnis zu erzielen.

Dies entbindet die beschaffende Stelle bei einer konkreten Kaufentscheidung nicht von einer Ausschreibung entsprechend den gültigen Bestimmungen. Das Votum kann dazu eine wertvolle Hilfe sein (Muster Ausschreibung: siehe Literaturhinweise).

Bei Neuanschaffungen sollte das IT-System komplett einschließlich einiger Ersatz-Computer und eines Grundbestandes der erforderlichen Programme beschafft werden. So ist es z. B. sinnvoll, einen Rechnerraum in einem Zug 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. Ständige Veränderungen und Nachrüstungen im System bedingen nicht nur eine steigende Belastung der Systembetreuung, sondern können auch dazu führen, dass weniger geübte Lehrkräfte sich vom Computereinsatz wieder abwenden. Bei Vorhandensein von mehr als einem Rechnerraum wird eine zeitlich versetzte Ersatzausstattung empfohlen.

Beim IT-Einsatz in der Schule dürfen technische Aspekte nicht im Vordergrund stehen; von ausschlaggebender Bedeutung sind die didaktischen Notwendigkeiten und medienpädagogischen Ziele der jeweiligen Schule.

b) Gebrauchtrechner und Leasing

Den Schulen werden auch *Gebrauchtrechner* angeboten, die den Anforderungen von Industrie und Wirtschaft nicht mehr in vollem Umfang genügen, für schulische Einsatzzwecke jedoch noch ausreichend sein können. In der Praxis zeigt sich jedoch häufig, dass der Erwerb gebrauchter Hardware im Allgemeinen nicht wirtschaftlich ist, da sich der Aufwand für die Einrichtung und den Support deutlich erhöht. Daher sollte nach Möglichkeit auf Gebrauchtrechner verzichtet werden.

Die Finanzierung einer Rechnerausstattung über *Leasing-Verträge* kommt dort in Betracht, wo die Verfügbarkeit jeweils der 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 sein. Insbesondere bei vorzeitiger Erneuerungsoption der Rechnerausstattung können derartige Finanzierungsmodelle auch für Schulen interessant sein.

c) Systembetreuung

Der Ausstattungsgrad an den bayerischen Schulen hat in den vergangenen Jahren einen hohen Stand erreicht. Insgesamt sind über 340.000 Rechner (davon etwa 30.000 im Bereich der Schulverwaltung) vorhanden, die in der Regel in ein lokales Netz integriert sind. Ebenso nutzen nahezu alle Schulen einen Telekommunikationsanschluss, wobei die weiterführenden Schulen überwiegend mit einer Bandbreite von mindestens 1 Mbit/s angeschlossen sind.

Die Betreuung der IT-Anlagen in den Schulen reicht von pädagogisch-didaktischen Fragen über die Sicherstellung der Funktionalität und Administration bis zur technischen Wartung und Reparatur. Auf Grund der großen Zahl an Geräten und der stark gestiegenen Komplexität hat das Bayerische Kultusministerium der hohen Bedeutung der Ausstattung mit Informations- und Kommunikationstechnik in den Schulen und deren Betreuung Rechnung getragen und mit KMBek vom 17. März 2000 (KWMBI I 2000 S. 86) die Systembetreuung an den Schulen formuliert und geregelt (siehe <https://www.mebis.bayern.de/votum/grundlagen>).

Die *Systembetreuung* an den Schulen umfasst im Sinne dieser KMBek folgende organisatorische und koordinierende Aufgaben: Beratung und Planung bei der Beschaffung von Hard- und Software, Organisation des Zugangs zu Hard- und Software, Beratung und Hilfestellung beim EDV-Einsatz in der Schulverwaltung und beim Datenschutz.

Die zentralen Aufgaben der Systembetreuerin bzw. des Systembetreuers liegen im pädagogischen Bereich: Organisation, Durchführung und Leitung einschlägiger Fachsitzungen bzw. Mitwirkung bei Fachsitzungen der einzelnen Fächer, Klärung und Besprechung didaktischer Fragen zum Einsatz von Medien, Impulse zum Einsatz von Medien im Fachunterricht, schulinterne Lehrerfortbildung, Beratung und Unterstützung des Kollegiums, Kontakt zu regionalen und zentralen Beratungsstellen, Bereitschaft zur eigenen Fortbildung.

Darüber hinaus nehmen die Systembetreuerinnen und Systembetreuer in vertretbarem Rahmen technische Aufgaben (Hard- und Software) wahr, die sich im Wesentlichen wie folgt darstellen: Anforderung von Programmen und Materialien, Installation, Verwaltung und Pflege von Anwendungsprogrammen, Feststellung von Problemen und Störungen bei Hardware und systemnaher Software, Ansprechpartner und Koordinator bei technischen Problemen. Im Bereich der technischen Funktionalität müssen die Systembetreuerinnen und Systembetreuer externe Unterstützung erhalten (siehe Seite 11).

Zur Bewältigung dieser umfangreichen und verantwortungsvollen Tätigkeiten müssen gemäß o. a. KMBek die notwendigen Ressourcen in Form von Anrechnungstunden zur Verfügung gestellt, eine intensive Fortbildung (zentral, regional und lokal) und Beratung angeboten sowie eine entsprechende Anerkennung der Arbeit, z. B. durch Schaffung von Funktionsstellen oder durch schulorganisatorische Maßnahmen, gewährleistet werden.

Durch die Fortbildungsinitiative SCHULNETZ (<http://alp.dillingen.de/schulnetz>) werden allen Systembetreuerinnen und Systembetreuern Fortbildungen zu „Grundlagen der Schulvernetzung“, „Microsoft-Windows-Netzwerke“, „Linux-Netzwerke“, „Sichere Internetanbindung von Schulen“ und „Netzwerk-Infrastrukturen an Schulen“ angeboten. Damit sollen diese ihrer Rolle als informationstechnisch vorgebildete Mittler zwischen den reinen Anwendern und den Netzwerkfachleuten des Sachaufwandsträgers, den betreuenden Firmen und dem staatlichen Fachberatungssystem besser im Schulalltag nachkommen können.

Mögliche Lösungen für die *externe Unterstützung* bei der technischen Funktionalität bieten sich z. B. durch Abschluss von entsprechenden Wartungsverträgen, durch Übertragung der technischen Pflegeaufgaben an Laboranten in den Schulen oder durch die technische Betreuung der Schulrechner durch EDV-Techniker der Sachaufwandsträger an. Auch die Fernwartung einzelner Server oder die Bereitstellung zentraler Dienste für mehrere Schulen können hier einen Beitrag leisten.

4. Aussagen zur Empfehlung von IT-Systemen

Um auf die Vielzahl verfügbarer Angebote flexibel reagieren zu können, spricht sich der Beraterkreis dafür aus, ein Rechnersystem grundsätzlich als schulgeeignet anzusehen, wenn es unter Berücksichtigung des jeweiligen Einsatzbereichs folgende *Mindestvoraussetzungen* erfüllt:

a) Allgemeine Voraussetzungen

Der Beraterkreis ist auf Grund von einschlägigen Erfahrungen in den vergangenen Jahren der Ansicht, dass Dienstleistungen wie Gewährleistung, qualifizierte Betreuung, Installation u. ä. oder auch entsprechende Administrationshilfen in die Kaufentscheidung mit einzubeziehen sind. Insbesondere auf Grund von fehlenden Leistungsmerkmalen (z. B. keine GS-Prüfung, fehlendes oder nicht lizenziertes Betriebssystem) oder anderer Mängel können sich erhebliche Nachfolgekosten ergeben. Bei einer Beschaffungsmaßnahme darf nicht allein der Gerätepreis ausschlaggebend sein.

Eine solide Bauweise der einzelnen Komponenten (vor allem stabiles Gehäuse, Tastatur, Massenspeicher, Verkabelung) soll geringe Störanfälligkeit und niedrige Reparaturkosten gewährleisten.

Sehr wichtig ist auch die Einhaltung *ergonomischer Anforderungen*:

- Lärmentwicklung (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, 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)

- Bildqualität und Energieeffizienz bei Tablets, Anschlussmöglichkeit für externe Tastaturen (zertifiziert nach TCO Certified Tablets 2)
- Lärmentwicklung und Feinstaubemission bei Druckern (Drucker mit hohem Druckaufkommen nicht in unmittelbarer Nähe eines Arbeitsplatzes)

Der Beraterkreis weist darauf hin, dass die „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung – BildscharbV, <http://www.gesetze-im-internet.de/bildscharbv>)“ zu beachten ist. Die Mindestanforderungen an EDV-Räume sind ausführlich in der Broschüre „Sicher und fit am PC in der Schule“ (siehe auch Abschnitt 8, Seite 34) dargestellt.

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 für Monitore, TCO Certified Notebooks 4, TCO Certified Tablets 2)
- 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

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

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 auszudehnen.

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.

b) Vernetzung der Rechner, Schulhausvernetzung

Für die Schulhausvernetzung sind gewisse *Mindestanforderungen* zu erfüllen:

- Dazu gehört in erster Linie die Betriebssicherheit. Sie wird wesentlich erhöht, wenn die zentralen Komponenten (Server, Kommunikationseinrichtung, zentrale Verteiler) an einem nicht allgemein zugänglichen Ort stehen (Serverraum). Zudem vermeidet ein separater Serverraum eine zusätzliche Lärm- und Wärmebelastung in den Arbeitsräumen.
- Schulnetze müssen zu bestimmten Zeiten (Unterrichtsbeginn und -ende) besondere Lastsituationen verarbeiten können (hohes Datenaufkommen durch gleichzeitige An- und Abmeldevorgänge oder Zugriffe auf einen Fileserver).
- Es wird dringend empfohlen, mit der Planung, der komplexen Installation, der Wartung sowie der Reparatur ein darauf spezialisiertes Ingenieurbüro bzw. ein Systemhaus zu beauftragen, wobei darauf zu achten ist, dass dieses auch über Erfahrungen mit Netzen im Schulbereich verfügt und die Schule (insbesondere die Systembetreuerin bzw. den Systembetreuer) einbindet.
- Die Einweisung der Systembetreuerin bzw. des Systembetreuers in die Administrationsmöglichkeiten des Rechnernetzes muss gewährleistet sein.

Die Integration *aller Arbeitsplätze* in ein leistungsfähiges Rechnernetz ist heute Standard. Als Netzwerkprotokoll hat sich das Internetprotokoll TCP/IP durchgesetzt, das von allen Betriebssystemen unterstützt wird. Somit können grundsätzlich auch alle Betriebssysteme über dieses Protokoll miteinander kommunizieren. TCP/IP setzt auf einem Übertragungsprotokoll auf. Im lokalen Netz wird dafür Ethernet (bei einer Verkabelung mit Twisted-Pair oder Glasfaser), WLAN (bei Funknetzen) oder Powerline (bei der Nutzung von Stromleitungen) verwendet.

Ethernet-Verkabelung (LAN)

Zur Anbindung der Clients empfiehlt der Beraterkreis im Falle einer neuen Bau- oder geplanten Sanierungsmaßnahme eine Twisted-Pair-Verkabelung mit Gigabit-Ethernet-Protokoll (1 GBit/s), im Baubestand wird eine Übertragungsrate von 100 MBit/s als ausreichend angesehen. Im Backbonebereich wird mindestens Gigabit-Ethernet (1 GBit/s) auf LWL-Basis empfohlen, je nach geplanter Nutzung kann auch eine höhere Bandbreite erforderlich sein (z. B. 2 GBit/s über Link-Aggregation oder 10 GBit/s). Fileserver sollten ebenfalls mindestens über Gigabit-Ethernet angeschlossen werden. Eine strukturierte, dienstneutrale Gebäudeverkabelung stellt heute eine Basisinfrastruktur dar. Darauf sollte insbesondere bei Schulneubauten, aber auch bei größeren Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen ein besonderes Augenmerk gelegt werden. Die Netzwerkinfrastruktur wird dabei nicht mehr nur für die Informationstechnik, sondern auch für die Kommunikationstechnik sowie für Bereiche der Gebäude- und Gebäudeleittechnik genutzt und sollte daher großzügig geplant werden. Die Planungsrichtlinien für Kommunikationsnetze sind zu beachten (siehe Literaturhinweise). Für eine zukünftige Nutzung (z. B. als Ganztagschule) sollten bei Neu- und Umbauten in allen Räumen ausreichend Netzwerkressourcen vorgesehen werden. Für die Anbringung von Access-Points sowie ggf. für das Management von Beamern sind auch im Deckenbereich Netzwerkdosen sinnvoll.

WLAN

Bei *Funknetzen* muss zwischen Funkbrücken (Punkt-zu-Punkt-Verbindung) und der Anbindung von Clients über Funk unterschieden werden. 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. Die Anbindung von WLAN-fähigen Clients kann über Access-Points realisiert werden. Letztere sind per Kabel oder über eine separate Funkbrücke in das lokale Netz eingebunden. Üblich sind derzeit Übertragungsraten bis zu 300 Mbit/s (802.11n-Standard). Zu beachten ist, dass die Übertragungsqualität und die Übertragungsreichweite oftmals schwer einschätzbaren Umgebungseinflüssen unterliegen. Dabei wird bei schlechter Übertragungsqualität die Übertragungsrate drastisch reduziert. In der Praxis werden selten mehr als 100 Mbit/s erreicht, die sich alle an einem Access-Point angebotenen Clients teilen. Falls umfangreichere Bereiche mit einem Funknetz abgedeckt werden sollen, ist eine professionelle Ausleuchtung und Planung der WLAN-Infrastruktur notwendig. Bei mehreren dauerhaft installierten Access-Points ist es sinnvoll, diese zentral über einen Controller zu administrieren. Über externe Client-Adapter können auch Desktop-PCs an ein Funknetz angebunden werden.

Der Zugriff auf das Funknetz der Schule soll abgesichert und nur autorisierten Personen möglich sein. Erreicht werden kann dies z. B. durch

- eine verschlüsselte Verbindung (z. B. mit 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 kann ergänzt werden durch

- einen zeitlich begrenzten Zugang auf das Funknetz nur während der Unterrichtszeit sowie
- eine Anpassung der Sendeleistung der Access-Points mit geeigneten Antennen, die den Zugriff nur innerhalb eines bestimmten Bereichs erlauben.

Vor einer Entscheidung zum Einsatz von Funknetzen ist die Diskussion zum Thema Elektromog zu beachten. Nach Aussage des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) haben die im Rahmen des Deutschen Mobilfunk-Forschungsprogramms durchgeführten Messungen und Berechnungen ergeben, dass die von DECT-, WLAN- und Bluetooth-Geräten in typischen Anwendungsfällen verursachten Immissionen weit unterhalb der Referenzwerte der EU-Ratsempfehlung 1999/519/EG liegen. Ein wissenschaftlicher Nachweis von möglichen Belastungen oder Gesundheitsgefährdungen unterhalb der Referenzwerte der EU-Ratsempfehlungen existiert nicht. Die Einführung zusätzlicher funkbasierter Technologien ist immer mit einer zumindest partiellen und/oder örtlichen Erhöhung der Exposition der Bevölkerung verbunden, sofern nicht im Gegenzug etablierte Systeme abgeschaltet oder aus dem Verkehr gezogen werden. Das BfS empfiehlt daher, im Zuge der die Grenzwertregelung ergänzenden Vorsorgemaßnahmen auch im Zusammenhang mit WLAN kabelgebundene Alternativen vorzuziehen (siehe auch http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/elektromagnetische_felder/moderne_kommunikation/Bluetooth_WLAN.html sowie die Anhörung des BfS im Bayerischen Landtag vom 07.12.2006 unter <http://www.bfs.de/elektro/papiere/Anhoerung.pdf>; auf die die Schulen bzw. die Sachaufwandsträger durch Beschluss des Bayerischen Landtags vom 21.06.2007 am 28.06.2007 bzw. am 03.07.2007 mittels KMS hingewiesen wurden).

Eine aktuelle Resolution des Europarats empfiehlt für Schulen ebenfalls möglichst kabelgebundene Netze (Resolution 1815 vom 27.05.2011, <http://assembly.coe.int/Mainf.asp?link=/Documents/AdoptedText/ta11/ERES1815.htm>).

Die Frage der Summation der Strahlenbelastung von WLAN und Mobilfunk in den Schulen wird sehr kontrovers diskutiert. Das Bundesamt für Strahlenschutz hat auf Anfragen einzelner Schulen in Fällen, in denen Festnetzverkabelungen das Gleiche leisten, nicht zu WLAN geraten. Im Falle eines Einsatzes von WLAN empfiehlt das Bundesamt für Strahlenschutz eine geeignete Platzierung der WLAN-Komponenten. Access-Points und Funknetzadapter der mobilen Geräte sollten nach Möglichkeit nur während der Nutzung eingeschaltet sein.

Abschließende Aussagen zur Strahlenbelastung durch WLAN sind derzeit nicht möglich. Vor einer geplanten Einführung wird empfohlen, sich im Schulforum mit dieser Thematik zu befassen.

Ein Funknetz kann eine strukturierte Gebäudeverkabelung nicht ersetzen. Beim Einsatz von mobilen Endgeräten, insbesondere bei Tablets oder Smartphones kann eine Funkanbindung an das Schulnetz eine notwendige Ergänzung sein. Bei ortsfesten Computern (z. B. im Rechnerraum) ist in der Regel eine kabelgebundene Lösung vorzuziehen.

Powerline

Eine weitere Ergänzung zur strukturierten Verkabelung stellt die Powerlinetechnologie dar. Sie eignet sich, wenn die Verbindung zu einem Gebäudeteil über eine strukturierte Verkabelung nicht möglich ist, aber vorhandene Stromnetze, Antennennetze oder Telefonleitungen verwendet werden können. Die Datenübertragungsrate bei Powerline ist mit WLAN vergleichbar.

Zur Anbindung einzelner Räume oder für eine temporäre Vernetzung kann mit preisgünstigen Powerlineadaptern eine Verbindung hergestellt werden. Die aktuelle Gerätegeneration (Standard HomePlugAV) bietet dabei Übertragungsraten bis zu 650 Mbit/s. Da der Verlauf der Stromleitungen meist nicht bekannt ist, muss die Verbindung in jedem Einzelfall getestet werden.

Soll Powerline in einem größeren Umfang eingesetzt werden, ist eine systematische Netzplanung und Messung der vorhandenen Leitungen erforderlich.

c) Arbeitsplatzrechner

Als Arbeitsplatzrechner (sowohl für die Rechnerräume als auch für die Fachräume und Klassenzimmer oder in der Schulverwaltung) werden *Rechner mit einem x86-Prozessor* ab einem *Leistungsindex nach Sysmark 2007* von 220 empfohlen (gemessen unter Windows 7, 64 bit).

Dies erreicht man beispielsweise mit einem gut konfiguriertem System mit Intel Core i5-3470 3,2 GHz-Prozessor (bis 3,6 GHz im Boost-Modus) oder AMD FX-6350 6x3,9 GHz-Prozessor (bis 4,2 GHz im Boost-Modus) mit 8 GB Arbeitsspeicher Typ DDR3. Unter Windows 7 (64 bit) erreichen diese Systeme typischerweise einen Windows-Leistungsindex von 5,9 (ohne Berücksichtigung der Grafikkarte). Werden die Rechner nur für Office- oder Internet-Anwendungen genutzt, reichen auch leistungsschwächere Prozessoren (z. B. Intel Core i3 oder AMD Phenom II X2).

Folgender Ausbau sollte vorhanden sein: 8 GB Hauptspeicher (ausbaubar mit gängigen Bausteinen, ohne Austausch der vorhandenen Bausteine), WOL- und PXE-fähiger Netzwerkanschluss, Festplatte (gegebenenfalls SSD-Speicher oder Hybrid-Festplatten), gegebenenfalls DVD-Laufwerk bzw. DVD-Brenner, ausreichend dimensionierte Stromversorgung, standardmäßige Schnittstellen (mindestens USB, USB-3.0, Sound). Grafikchip, Soundchip und Netzwerkanschluss sind normalerweise auf dem Mainboard integriert. Das BIOS-SETUP muss mit Passwort sperrbar sein.

Für normale Anwendungen sind Onboard-Grafikchips ausreichend. Nur für rechenintensive CAD-Anwendungen oder zur Videobearbeitung werden eigene Grafikkarten benötigt.

TFT-Farbmonitore mit einer Bildschirmdiagonale von 56 cm (22") oder 61 cm (24") sind derzeit Standard. Hierbei ist besonders auf Qualität (z. B. mechanischer Aufbau, Pixelfehler, Empfindlichkeit gegen Druck oder Kratzer), und ergonomische Gesichtspunkte (zertifiziert nach TCO Certified Displays 6, Power-Management-Technologie, Reaktionszeit <10ms, Kontrast mind. 500:1, Helligkeit mind. 250 cd/m²) zu achten.

Bei einem Multimedia-Sprachlabor können – vor allem für Ton-Aufnahmen – höherwertige Soundkarten sowie Sprechereinheiten (Kopfhörer mit integriertem Mikrofon) notwendig sein.

Bei Notebooks sind ein Festplattenlaufwerk mit mindestens 250 GB (SSD-Speicher), aktive Lautsprecher, ein gut lesbarer Bildschirm in TFT-Technologie (WXGA-Auflösung mit 15,6" und 1366 x 768 Pixel) mit matter Oberfläche, ein geeignetes Power-Management (Mobile-Technologie) sowie Netzwerkschnittstellen (Ethernet und Wireless) erforderlich.

Tablets

Tablets (und auch Smartphones) drängen immer mehr in die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. Sie können sich in der Regel über eine Funkverbindung (WLAN oder Mobilfunkstandard) mit dem Internet verbinden und sind nach einer kurzen Startzeit betriebsbereit. Damit gibt es im schulischen Kontext neue Einsatzmöglichkeiten, aber auch neue Herausforderungen:

Schuleigene Tablets in ein bestehendes Schulnetz zu integrieren ist mit einem erhöhten Administrationsaufwand für die Systembetreuung verbunden, da diesen Geräten beispielsweise zumeist ein eigenes Benutzermanagementsystem fehlt. Der Internetzugang dieser Geräte sollte nur über ein bestehendes schuleigenes WLAN gewährt werden, ein gesonderter Internetzugang über Mobilfunkverbindung ist mit zusätzlichen Kosten verbunden und darüber hinaus administrativ nicht kontrollierbar.

Viele Tablets sind nur in Verbindung mit einem individuellen Online-Account beim Hersteller sinnvoll zu nutzen. Neben praktischen und haftungsrechtlichen Problemen, die eine personenbezogene Registrierung von Schulcomputern mit sich bringt, kann die Nutzung auch eine datenschutzrechtliche Prüfung erfordern.

Schülereigene mobile Geräte (BYOD, Bring your own device)

Werden schülereigene Notebooks, Tablets oder Smartphones im Unterricht eingebunden, sollen diese über eine Grundausstattung von Apps für schulische Zwecke verfügen (Textverarbeitung, Präsentationsprogramm, Zugriff auf den Beamer, PDF-Reader, Browser, Zugriffsmöglichkeit auf eine Dateiablage, ggf. Zugriff auf den Drucker).

Damit die schülereigenen Geräte sinnvoll genutzt werden können, muss die Schule eine Infrastruktur bereitstellen (siehe auch Abschnitt 2c, Seite 8, Drahtlose mobile Geräte). Die Administration der schülereigenen mobilen Geräte (z. B. Installation der Anwendungen, Updates, Herstellen eines Netzwerkzugriffs) liegt nicht im Aufgaben- oder Verantwortungsbereich der Schule.

d) Arbeitsplatzbetriebssysteme

Als Betriebssystem für Arbeitsplatzrechner kann Windows, Linux oder MacOS empfohlen werden. Bei allen Systemen stehen die üblichen in der Schule verwendeten Standardanwendungen zur Verfügung. Sinnvoll ist es, wenn jeweils gleiche Betriebssystemversionen auf allen Clients zum Einsatz kommen.

Bei der Verwendung von Windows wird bei Neuanschaffungen Windows 7 oder Windows 8 empfohlen. Auf Grund der weiten Verbreitung sind hier mit Gerätetreibern und Anwendungsprogrammen die geringsten Probleme zu erwarten. Ab Windows 7 ist (anders als bisher bei Windows XP) auch bei Volumenlizenzen eine Aktivierung der Computer erforderlich. Günstig ist es, wenn die Schule als Aktivierungsschlüssel einen KMS-Key (Key Management Service) erwirbt. Bei MAK-Keys (Multiple Activation Keys) oder bei Einzelaktivierungen wird das Klonen der Softwareinstallation und damit die Einrichtung eines Computerraumes erschwert. Anleitungen zur Installation von Windows in Computerräumen und zur Aktivierung von Computern bei Windows-Installationen werden von der Akademie Dillingen angeboten (siehe <http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien>).

Die Produktunterstützung durch Microsoft für Windows XP und Office 2003 ist abgelaufen. Dies bedeutet, dass keine neuen Sicherheitsupdates für diese Systeme angeboten werden. Windows XP und Office 2003 können auf vorhandenen Computern weiter genutzt werden, wenn die Sicherheit und Funktionsfähigkeit der Computer auf einem anderen Weg realisiert wird. Dazu gehören z. B.

- Betrieb der Geräte nur in einem internen Netz hinter einer konfigurierten Firewall (siehe Abschnitt 5a, Seite 24)
- Aktivierung der Windows-eigenen Firewall (ohne Ausnahmen)
- Betrieb der Geräte mit einer Protektor-Lösung, die nach jedem Neustart alle Veränderungen verwirft (siehe Abschnitt 5d, Seite 25)
- Installation eines aktuellen Virenschanners
- Bereitstellung eines sauberen System-Images und regelmäßiges Klonen der Geräte (siehe Abschnitt 5d, Seite 25)

Bei Notebooks, die in unterschiedlichen Systemumgebungen genutzt werden oder bei Verwaltungscomputern, die personenbezogene Daten verarbeiten, wird empfohlen Windows XP und Office 2003 nicht mehr zu verwenden.

Linux mit grafischen Bedienoberflächen wie beispielsweise KDE oder Gnome stellt eine Alternative zu Windows dar, die von der Schule geprüft werden sollte. Für alle Standardanwendungen insbesondere aus dem Office- und Multimediabereich wird unter Linux freie Software angeboten. Auch fächerspezifische Lernprogramme stehen unter Linux in großer Zahl zur Verfügung (siehe <http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien>).

Linux und Windows können an einem Arbeitsplatzrechner auch parallel installiert werden, so dass der Benutzer die Möglichkeit hat, beim Start des Rechners zwischen Windows und Linux zu entscheiden.

Schulen, die unterschiedliche Systemumgebungen benötigen, arbeiten zunehmend mit virtuellen Maschinen (z. B. auf Basis von VMware Player oder Virtual Box). Dabei wird auf den Arbeitsplatzcomputern ein Basisbetriebssystem mit Windows oder Linux installiert, die Arbeitsbetriebssysteme und Anwendungen laufen in virtuellen Maschinen. Bei leistungsfähigen Arbeitsplatzcomputern mit genügend Arbeitsspeicher können verschiedene Systemumgebungen auch parallel betrieben werden. Handreichungen zur Virtualisierung von Systemumgebungen sind unter <http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien> veröffentlicht.

Auch mit dem Betriebssystem Mac OS liegen seit mehreren Jahren positive Erfahrungen vor.

Sollen Tablets im Unterricht eingesetzt werden, bringen diese ihr eigenes Betriebssystem mit (z. B. Android, Windows RT, Windows Mobile, iOS, Google Chrome OS). Zu jedem Betriebssystem gibt es entsprechende Apps, die die Grundfunktionalitäten abdecken.

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.

e) Rechner als Server im Netz

Als zentraler Server im Netz wird ein *Rechner mit einem x86-Prozessor* ab z. B. Intel Xeon oder AMD Opteron (jeweils Quad Core, 2,6-2,8 GHz) empfohlen. Der Hauptspeicher sollte mindestens 8 GB betragen. Zudem muss der Rechner mit einem 100/1000 MBit/s-Netzadapter ausgerüstet sein. Die Festplatte von hervorragender Qualität benötigt ausreichende Kapazität (mindestens 1 TB) und eine schnelle Datenübertragung. Dringend angeraten wird eine unterbrechungsfreie Stromversorgung. In großen Netzen kann der Einsatz mehrerer Server sinnvoll sein, die vorzugsweise als virtuelle Maschinen z. B. auf einem ESXi-Server eingerichtet werden. Dies erspart zusätzliche Hardware, verringert den Energiebedarf und erleichtert die Administration der Server. Beim Einsatz als Terminal-Server ist der erhöhte Bedarf an Prozessorleistung und Arbeitsspeicher zu berücksichtigen.

Soll ein Server ausschließlich zur Datenablage dienen, eignet sich auch eine NAS-Box (Network-Attached-Storage).

NAS-Systeme unterscheiden sich in der verwendeten CPU und beim verwendeten Arbeitsspeicher. Dadurch entstehen sehr unterschiedliche Zugriffszeiten. Wird eine NAS-Box als Ersatz für einen Fileserver verwendet, ist auf einen schnellen Zugriff und eine hohe Datentransferrate (100 MB/s lesend und schreibend, auch beim gleichzeitigen Zugriff mehrerer Benutzer) zu achten. Die verwendeten Festplatten müssen für den Dauerbetrieb geeignet sein (mind. 3 Jahre Gewährleistung).

f) Serverbetriebssysteme

In der Regel sind die Clients in ein Netzwerk eingebunden und können in diesem Netzwerk zentrale Dienste eines Servers nutzen. In Betracht kommen hierfür Windows, Linux, Novell oder Mac OS Server. Bei allen Serverbetriebssystemen sind zur Administration Kenntnisse ihrer Struktur sowie im Aufbau des Rechtesystems nötig.

Windows Server wirkt durch seine grafische Bedienoberfläche vertraut und bietet derzeit die umfassendsten Serverlösungen. Neben den klassischen Serverdiensten wird Windows auch als Applikations- oder Terminalserver eingesetzt. Branchensoftware setzt diese Plattform häufig voraus.

Linux ist ein frei verfügbares Betriebssystem, das auch an Schulen zunehmend an Bedeutung gewinnt. Als Unix-System gehört eine umfassende Netzwerkfähigkeit bei Linux zum Standard. Für viele administrative Tätigkeiten stehen grafische Werkzeuge zur Verfügung.

Novell ist ein reines Serverbetriebssystem und hat als klassischer File- und Printserver eine große Verbreitung gefunden. Bei diesen Serverdiensten überzeugt Novell durch eine übersichtliche Struktur und einfach zu handhabende Konfigurationsmöglichkeiten. Neue Serverversionen von Novell (Open Enterprise Server) setzen einen Linux-Kern ein.

Mac OS Server basieren auf einem Unix-Kern und sind in ihrem Leistungsvermögen zu Unix/Linux-Systemen äquivalent.

Für reine Fileserverdienste (Datenablage oder Dateiaustausch) eignen sich auch NAS-Boxen (Network Attached Storage). Die Administration einer NAS-Box erfolgt über eine Web-Oberfläche und ist sehr viel einfacher als bei einem traditionellen Server (siehe Abschnitt 4e, Seite 17).

Für die konkrete Entscheidung, welches System gewählt wird, sind die Kompetenz des jeweiligen Händlers bei Einrichtung und Betreuung sowie die jeweilige Erfahrung der jeweiligen Systembetreuerinnen und Systembetreuer wichtige Kriterien.

g) Terminalserver-Systeme

Eine Alternative zu eigenständigen Clients stellen Konzepte mit *Terminalservern* dar, die mit Windows- oder Linux-Servern realisierbar sind. Dabei dienen die Clients nur als Zugangscomputer, die Anwendungen laufen am Terminalserver. Als Terminals eignen sich Thin-Clients (reine Terminals) oder normale, auch ältere, Arbeitsplatzcomputer unter Windows, Linux oder MacOS. Gute Erfahrungen liegen mit Terminalservern bei der reinen Nutzung von Standardanwendungen (Office-Anwendungen, Internet, Mail) vor. Wirtschaftlich kann diese Lösung vor allem bei der Verwendung von älteren Computern oder Gebrauchtcomputern sein. Bei Programmen mit höheren Anforderungen an die Grafikleistung wie z. B. Multimedia oder CAD ist die Leistung oft nicht ausreichend. Deshalb wird von Herstellern die Nutzung solcher Programme an einem Terminalserver nicht immer unterstützt oder lizenziert. Der Anschluss und Betrieb von lokalen Zusatzgeräten (z. B. Scanner, CD-Brenner, lokales CD-Laufwerk, Soundkarte oder computergesteuerte Werkzeuge im beruflichen Bereich) an den Clients ist nur bedingt oder gar nicht möglich. Um eine teure Parallelinstallation mit Desktopcomputern zu vermeiden, muss deshalb geklärt werden, ob die in der Schule vorhandene oder vorgesehene Software auf einem Terminalserver-System lauffähig ist und ob eine Terminalserver-Lösung alle Anforderungen der Schule erfüllt. Insbesondere ist auch zu klären, in wie weit die angestrebte Lösung von der Schule administrierbar ist oder ob dadurch weitere Folgekosten für eine externe Administration oder andere Zusatzleistungen anfallen. Bei der Vergabe von Aufträgen ist besonders darauf zu achten, dass das beauftragte Unternehmen über ausreichende Erfahrung in diesem Bereich verfügt.

h) Systeme zur Datensicherung

Zur Datensicherung stellen externe Festplatten, NAS-Systeme, eine redundante Verteilung der Daten auf mehrere Computer oder Backup-Server sinnvolle Möglichkeiten dar. Die regelmäßige Datensicherung sollte automatisiert und ohne Benutzereingriffe erfolgen. Nur so ist gewährleistet, dass sie auch durchgeführt wird.

Bei der Datenarchivierung muss vor allem auf die Langlebigkeit der verwendeten Technik und der Medien geachtet werden. Dafür eignen sich DVD-Brenner oder Bandlaufwerke mit zur Archivierung geeigneten Medien sowie grundsätzlich auch hochwertige mobile Festplatten oder USB-Sticks.

i) Internetzugang

Ein Internet-Breitbandzugang (z. B. über ADSL, VDSL oder Kabel) ist heute für Schulen unverzichtbar. Inzwischen bilden auch im Falle eines nicht verfügbaren kabelgebundenen Breitbandzugangs (Mobil-)Funkstandards wie UMTS, LTE oder ein Breitbandzugang über Satellit eine Alternative.

Die Grundausstattung erfordert Investitionskosten. Durch die derzeitigen Angebote (z. B. Deutsche Telekom mit der Aktion T@school, regionale Anbieter) eines kostenfreien Zugangs für die meisten Schulen fallen für den laufenden Betrieb keine Gebühren an.

Dieser kostenfreie Zugang deckt jedoch nur die Grundfunktionalität ab. Je intensiver Ressourcen aus dem Internet bzw. über das Internet genutzt werden, umso höher muss die Übertragungsgeschwindigkeit (der Datendurchsatz) des Internetzugangs ausgelegt werden. Dies gilt sowohl für die Downstream- als auch für die Upstream-Geschwindigkeit. In besonderem Maße ist dies bei der Nutzung externer Lernplattformen oder von „Cloud-Services“ zu berücksichtigen.

Abhängig von der Anzahl der Arbeitsplätze wird für die Nutzung solcher Angebote ein Internetzugang mit einer deutlich höheren Übertragungsgeschwindigkeit (z. B. VDSL- bzw. SDSL-Anschluss) benötigt, der gegebenenfalls auch mit deutlich höheren monatlichen Kosten verbunden ist, als ein herkömmlicher DSL-Anschluss.

Der Internetzugang wird über einen Hardware-Router bzw. einen Kommunikationsserver allen Arbeitsplätzen verfügbar gemacht. Professionelle Hardware-Router bieten differenzierte Firewall-Funktionen, für einen Proxy mit Webfilter ist jedoch ein zusätzliches Gerät erforderlich. Kommunikationsserver werden in der Regel mit integriertem Proxy und Webfilter angeboten.

Die Möglichkeiten zur Internetanbindung sind ausführlich in der Broschüre "Sichere Internetanbindung von Schulen" (siehe auch Abschnitt 8, Seite 34) dargestellt.

j) Access-Points

Mobile Endgeräte (Notebooks, Tablets, Smartphones) werden über WLAN-Access-Points angebunden.

Zur spontanen Anbindung einzelner WLAN-Geräte in einer über Kabel vernetzten Umgebung genügen einfache Access-Points, die nach der Nutzung wieder ausgeschaltet werden.

Soll Wireless-LAN strukturell in der Schule eingesetzt werden, empfiehlt es sich, bei Access-Points auf professionelle Business-Technik zu setzen. Die Berücksichtigung verschiedener Benutzergruppen in unterschiedlichen logischen Funknetzen erfordert die Funktion „Multi-SSID“. Neben dieser Funktion bieten professionelle Geräte eine gute Skalierbarkeit. Bei mehreren Access-Points ist ein zentrales Management über einen WLAN-Controller sinnvoll.

Auswahlkriterien für Access-Points können sein

- Frequenzbereiche (2,4 / 5GHz)
- WLAN-Standards (IEEE 802.11 a/b/g/n/ac)
- WLAN-Sicherheit (WPA/WPA2/PSK/Enterprise)
- PoE-Fähigkeit
- Unterstützung von VLANs und Multi-SSID
- Interne/externe Antennen
- LAN-Schnittstellen: 100/1000 MBit/s

- Regulierbare Sendeleistung und (Client-)Powermanagement
- Wandmontage mit Diebstahlschutz
- Über WLAN-Controller zentral administrierbar
- Betriebsmodi: Access-Point, Client-Modus, Bridge

k) Drucker

Drucker sind unentbehrliche Ergänzungen der Rechnerausstattung einer Schule. Als *zentraler Drucker* ist ein *schneller netzwerkfähiger Monochrom-Seitendrucker* (Laserdrucker) und als Ergänzung gegebenenfalls ein netzwerkfähiger Farblaserdrucker oder Farbtintenstrahldrucker empfehlenswert.

Bei der Beschaffung sind die Verbrauchskosten zu beachten (Preis für eine Ersatzkartusche pro Anzahl der Seiten). Bei Monochrom-Seitendruckern betragen diese 0,01 - 0,02 Euro/Seite.

Netzwerkfähige Farblaserdrucker entsprechen in den Anschaffungskosten etwa den monochromen Laserdruckern, sind aber bei Schwarz-Weiß-Druck im Seitenpreis geringfügig teurer (Verbrauchskosten ca. 0,02 Euro/Seite bei schwarz-weißem Textdruck). Sie eignen sich, wenn im Netzwerk ein Farbdrucker erforderlich ist (Verbrauchskosten 0,08 - 0,12 Euro/Seite bei farbigem Textdruck, ca. 1,- Euro/Seite bei ganzseitigem Farbdruck). Netzwerkfähige Tintenstrahldrucker sind zunehmend eine Alternative zu Laserdruckern. Sie sind im Allgemeinen etwas langsamer, jedoch für Fotodruck besser geeignet.

In der Schulverwaltung und für die Unterrichtsvorbereitung der Lehrkräfte sind auch hochwertige netzwerkfähige Kombigeräte (Drucker, Kopierer, Scanner) zu empfehlen. Reine Einzel-Arbeitsplatzdrucker sind in den meisten Fällen nicht wirtschaftlich.

Wenn Tablets mit Druckunterstützung eingesetzt werden sollen, muss gegebenenfalls darauf geachtet werden, dass der Drucker auch die herstellereigenen Protokolle unterstützt (z. B. Apple Air-Print).

l) Großbildprojektion

Zu Demonstrationszwecken und anderen Präsentationen für den Unterricht ist im Rechnerraum bzw. in den Fach- und Klassenräumen eine Großbildprojektion unabdingbar.

Dazu werden fest installierte eigenständige Projektionsgeräte (Beamer) in Verbindung mit einer passenden Projektionsfläche, interaktive Whiteboard/Beamer-Kombinationen oder große Touchmonitore empfohlen. Hierbei ersetzen Beamer, PC, interaktive Whiteboards und Dokumentenkameras (Visualizer) zunehmend bisherige konventionelle Geräte wie Videorekorder, DVD-Player und Overhead-Projektoren.

Beamer

Als Beamer werden derzeit WXGA-Geräte (1280 x 800 Punkte, 16:10-Bildformat) ab ca. 3500 ANSI-Lumen empfohlen. Für eine verzerrungsfreie Darstellung sollte das Bildformat des Beamers mit dem Bildformat des Monitors bzw. des Notebooks übereinstimmen. Wenn ein Beamer verstärkt zur Videoprojektion eingesetzt werden soll, ist ein Gerät mit einer 16:9-Darstellung (z. B. 1280 x 720 Pixel, HD-ready) besser geeignet. In einem Klassenzimmer sollten bevorzugt Kurzstanz-Beamer eingesetzt werden, die über der Projektionsfläche fest montiert sind. Diese reduzieren die Schattenbildung deutlich und verhindern, dass Lehrkräfte bei einer Präsentation in den Beamerstrahl blicken. Es wird empfohlen, die Projektoren vor dem Kauf am vorgesehenen Einsatzort zu testen. Neben der Darstellungsqualität sollte dabei auch auf Handhabung, Anschlussmöglichkeiten und Lüftergeräusch geachtet werden. Eine Fernbedienung ist aus didaktischen Gründen sinnvoll.

Bei an der Decke installierten Beamern sollen zusätzliche Anschlussmöglichkeiten (z. B. für Notebooks oder Dokumentenkameras) im Bereich des Lehrerarbeitsplatzes vorgesehen werden.

Sollen die Inhalte von Smartphones oder Tablets per WLAN über den Beamer dargestellt werden, sind ggf. Zusatzgeräte zum Anschluss an den Beamer erforderlich (z. B. Mira-Cast-Adapter für Android-Geräte, Apple-Air-Play, WiDi-Wireless-Display).

Interaktive Whiteboards

Bei interaktiven Whiteboard/Beamer-Kombinationen kann die Projektionsfläche auch als Tafel verwendet werden und ermöglicht dadurch eine direktere Beobachtung der Interaktion mit grafischen Bedienoberflächen. Interaktive Whiteboards sind dabei über einen Computer mit einem Kurzstanz-Beamer verbunden, bei interaktiven Beamern sind Sensoren zur Ermittlung der Stiftposition integriert, so dass jede Fläche als Projektionsfläche verwendet werden kann. Bei aktuellen Systemen ist der Beamer direkt am Whiteboard befestigt. Dadurch wird die Schattenbildung reduziert und es entfällt das anfängliche Justieren des Beamerbildes. Es wird empfohlen, höhenverstellbare Systeme, vorzugsweise im Format 16:9 oder 16:10, zu erwerben. In Unterrichtsräumen, die wegen des Interaktiven Whiteboards nicht mehr mit einer klassischen Tafel ausgestattet sind, ist zu empfehlen, eine alternative Schreibfläche zur Verfügung zu stellen, die auch im Falle eines technischen Versagens wie Defekt oder Stromausfall nutzbar ist. Hierzu eignen sich klassische Whiteboards. Manche Hersteller weisen auch die Projektionsfläche als mögliche Schreibfläche aus. Dabei muss berücksichtigt werden, dass durch das Säubern der Schreibfläche und damit der Projektionsfläche diese möglicherweise so aufgehellte bzw. poliert wird, dass die Projektion an Qualität verliert. Die sinnvolle Nutzung interaktiver Whiteboards setzt eine entsprechende Schulung und Einarbeitungszeit zum Erwerb der notwendigen technischen und didaktischen Kompetenzen bei den Lehrkräften voraus. Die Schulleitung sollte dazu – gegebenenfalls mit Unterstützung der MiBs – allen Lehrkräften ein Fortbildungsangebot unterbreiten. Vorteilhaft kann es sein, wenn zur Bedienung aller Whiteboards einer Schule die gleiche, board-unabhängige Software verwendet wird. Damit ist man auch bei Neuanschaffungen nicht mehr an einen bestimmten Hersteller gebunden. Wegen der Auswirkungen auf den Schul- und Unterrichtsalltag bei der Nutzung interaktiver Whiteboards als Tafelersatz ist eine Diskussion im Schulforum und die Einbeziehung aller Lehrkräfte empfehlenswert. Eine Darstellung verschiedener Whiteboard-Technologien und der Nutzung von Whiteboards im Unterricht findet man auf den Seiten des Landesmedienzentrums Bayern unter <https://www.mebis.bayern.de/votum/iwb> .

Präsentation über Tablets oder Touchdisplays

Eine Alternative zu interaktiven Whiteboards können Tablets, Touch-Displays oder Notebooks mit interaktiver Monitor-Oberfläche bieten, die über einen Stift bedienbar sind und deren Bildschirminhalt über eine Kabelverbindung oder drahtlos an den Beamer übertragen wird. Mit einer entsprechenden auf dem Computer installierten Software kann die gleiche technische Funktionalität erreicht werden wie bei einem interaktiven Whiteboard. Vorteilhaft im Vergleich zu interaktiven Whiteboards ist bei dieser Technologie, dass die Projektionsfläche nicht durch die Interaktionsfläche in der Größe beschränkt ist. Ein Nachteil ist, dass die Handbewegung des Lehrers nicht direkt beobachtet werden kann (Auge-Hand-Koordination).

Visualizer

Dokumentenkameras (Visualizer) ermöglichen die Darstellung von Objekten über einen Beamer. Sie können damit Tageslichtprojektoren ersetzen und bieten darüber hinaus weitere Funktionen wie die Darstellung von Printmedien oder räumlicher Gegenstände. Die Auflösung von Dokumentenkameras sollte mindestens der des Beamers entsprechen. Eine Möglichkeit zum Speichern von Arbeitsergebnissen (z. B. auf einer SD-Karte) sollte vorgesehen sein.

Dokumentenkameras werden über einen Display-Anschluss (VGA, HDMI oder USB) direkt mit dem Beamer verbunden und können auch ohne eigenen PC verwendet werden. Zusätzlich

können Dokumentenkameras auch mit einem PC verbunden werden, um Arbeitsergebnisse dort zu speichern.

Beim Speichern von Vorlagen oder Arbeitsergebnissen ist das Urheberrecht zu beachten (siehe z. B. <http://dozenten.alp.dillingen.de/mp/recht/medrecht01.html> bzw. <http://schulbuchkopie.de>). Die Neuanschaffung von Tageslichtprojektoren ist, zumindest wenn ein Beamer im Klassenzimmer oder Fachraum vorhanden ist, nicht mehr sinnvoll.

m) Spezielle Peripherie

Der Einsatz von IT-Systemen im Unterricht kann zusätzliche Peripherie erforderlich machen:

- Interfaces zur Prozessdatenverarbeitung im Unterricht, der sich mit Messen, Steuern oder Regeln befasst (z. B. Physik, Chemie, Biologie oder Technologie); dies setzt auch Computer mit geeigneten Anschlüssen voraus.
- Einfache, programmierbare Robotiksysteme für den Unterricht zu den Themen Robotik und Sensorik; Interface zum Übertragen der Programmdateien vom PC zu dem Robotiksystem
- Plotter und Grafiktablets im CAD-Unterricht oder in integrierten Fachräumen für CNC, CAD und SPS vor allem im beruflichen Schulbereich
- Größere Bildschirme mit höherer Auflösung für den CAD-Unterricht
- Scanner, Farbdrucker und Digitalkameras für den Kunstunterricht und zum Erstellen von Multimediapräsentationen
- Videoausstattung im Kunstunterricht oder zum Erstellen von Multimediapräsentationen
- Kopfhörer und Mikrofon beim Einsatz als Sprachlabor oder für Multimediaanwendungen
- Hochwertige Soundkarten mit MIDI-Schnittstelle, (Master-)Keyboards und entsprechende Software im Musikunterricht
- Funkmikrophone und Funklautsprecher bei Präsentationen und Vorträgen

Durch dem UMTS-Nachfolgestandard LTE zur mobilen Internetversorgung werden nach dem 31.12.2015 einige bisher freie Frequenzbereiche nicht mehr ohne Genehmigung nutzbar sein. Beim Neukauf von Funkmikrofonen oder Funklautsprechern sollte deshalb darauf geachtet werden, dass diese in einem Frequenzbereich betrieben werden, der auch zukünftig ohne Genehmigung nutzbar ist (z. B. im 2,4 GHz-Bereich, siehe auch <http://alp.dillingen.de/service/it/funkmikrofone.html>).

- Eine Videovernetzung ermöglicht Bildschirminhalte zwischen allen im Videonetz eingebundenen Rechnern zu übertragen. Zur Realisierung gibt es Softwarelösungen, die ab ca. 400,- Euro angeboten werden. Hardwarelösungen werden wegen der zusätzlichen Videoverkabelung und dem dadurch bedingten hohen Preis dieser Systeme (ab ca. 200,- Euro je Arbeitsplatz) nicht empfohlen.
- Eine Audiovernetzung ermöglicht es der Lehrkraft - wie im konventionellen Sprachlabor - mündliche Schüleraktionen zu überprüfen und mit einzelnen Schülerinnen und Schülern über die Kopfhörergarnitur Sprechkontakt aufzunehmen. Aktuelle Sprachlernprogramme setzen diese Art der Kommunikation nicht mehr voraus. Wegen der zusätzlich erforderlichen Verkabelung und dem dadurch bedingten hohen Preis dieser Systeme wird eine Audiovernetzung nicht empfohlen.

Weitere spezielle Peripherie kann im Förderbereich notwendig sein. Dies trifft besonders für den Ein- und Ausgabebereich zu. Beispiele sind Braille-Tastaturen und -Drucker bei Blinden, programmgesteuerte Sprachkontrolle bzw. Bildtelefonie bei Hörgeschädigten und im Bereich der Sprachförderung oder programmierbare Tastaturen bei Körperbehinderten. Nähere Informationen sind bei den Fachberatern für Förderschulen erhältlich.

n) IT-Systemlösungen für Schulen

Der Beraterkreis empfiehlt die Integration aller Arbeitsplätze in ein leistungsfähiges Rechnernetz der Schule. Dieses Schulnetz muss flexibel an neue Entwicklungen anpassbar sein. In vielen Schulen kommen neben den schuleigenen Geräten zunehmend schüler- und lehrereigene mobile Geräte zum Einsatz. Neben den klassischen Unterrichtsprogrammen werden auch kommunikative Dienste oder Lernplattformen im Unterricht genutzt. Die Netzstruktur sollte die Integration dieser Geräte und Dienste ermöglichen.

Klassische server- oder domänenbasierte Netzwerke, die primär für Verwaltungsumgebungen konzipiert sind, erweisen sich in Schulen häufig als zu unflexibel oder nur mit hohem Aufwand administrier- und anpassbar. Allerdings besitzen auch viele auf Schulen zugeschnittene Systemlösungen einen hohen Grad an Komplexität und erfordern daher von Systembetreuern und Sachaufwandsträgern einen beträchtlichen Kosten- und Administrationsaufwand. Ebenso ist auf die Bedienbarkeit durch die Benutzer zu achten. Deshalb muss vor der Beschaffung eines Computersystems geprüft werden, ob angebotene Funktionen für die Schule notwendig sind und den damit verbundenen Folgeaufwand rechtfertigen. Die Überlegungen für schlanke Schulnetze sind z. B. in dem Artikel "Das Lean-LAN – zeitgemäße Netzwerke in Schulen" (siehe <http://alp.dillingen.de/service/it/lean-lan.pdf>) dargestellt.

Bei einer zuverlässigen und breitbandigen Anbindung an das Internet oder an ein Stadtnetz können zentrale Dateiablagen, Serverdienste oder Lernplattformen genutzt werden. Dadurch können gegebenenfalls Ressourcen innerhalb der Schule eingespart werden und der Zugriff auf die Datenbestände wird für Schülerinnen und Schüler sowie für Lehrkräfte auch von zu Hause aus möglich. Die datenschutzrechtlichen Vorgaben sind zu beachten (siehe auch Abschnitt 5h, Seite 28). Eine zentrale Datenablage innerhalb der Schule ist für Systemabbilder, umfangreiche Multimediadaten und zum lokalen Datenaustausch notwendig.

Sollen wie in klassischen Netzwerken möglichst viele Funktionen innerhalb der Schule bereitgestellt werden, bieten sich bewährte Systemlösungen (z. B. erprobte Lösungen an bayerischen Schulen oder die Musterlösungen des Landes Baden-Württemberg) an.

Aus Sicht der Sachaufwandsträger und auch zum regionalen Erfahrungsaustausch der Systembetreuerinnen und Systembetreuer kann es in vielerlei Hinsicht von Vorteil sein, wenn mehrere Schulen im Zuständigkeitsbereich mit einheitlichen IT-Systemen und Systemlösungen ausgestattet werden.

Derzeit werden im Rahmen der Initiative „Digitales Bildungsnetz Bayern“ verschiedene Cloudservices und zentral installierbare Systemlösungen entwickelt und erprobt, die für den Einsatz an bayerischen Schulen geeignet sind. Dies könnte zukünftig zu einheitlicheren IT-Systemlösungen führen.

Ein Vergleich verschiedener IT-Systemlösungen und eine systematische Darstellung der Lösungsansätze sind in der Broschüre „IT-Systemlösungen für Schulen“ veröffentlicht (siehe <http://alp.dillingen.de/service/it/systemloesungen.pdf>).

5. Aussagen zu Schutzmaßnahmen

Die Komplexität durch vernetzte Rechnersysteme, der Anschluss an weltweite Kommunikationsnetze und die Vielzahl schulischer Anwendungen der Rechner bringen es mit sich, dass die Rechner vielfältigen Gefährdungen u. a. durch mögliche Angriffe von innen und außen ausgesetzt sind. Der Beraterkreis hält es für selbstverständlich, die schulischen Rechneranlagen durch entsprechende *Schutzmaßnahmen* zu sichern (siehe auch Broschüre "Sichere Internetanbindung für Schulen" Abschnitt 8, Seite 34).

a) Firewall

Das Internet stellt eine Vielzahl von Anwendungen bereit. Am bekanntesten sind das World Wide Web und E-Mail. Weitere häufig genutzte Dienste sind Tauschbörsen, Instant Messaging-Dienste (z. B. Skype oder ICQ, MSN), Online-Spiele und virtuelle Netzwerke.

Die Schule sollte festlegen, welche Dienste genutzt und welche blockiert werden sollen. Der Internetzugangsrouten der Schule ist dabei der zentrale Übergangsknotenpunkt, an dem man sehr effektiv den Datenfluss zwischen dem lokalen Netz und dem Internet steuern kann. An dieser Stelle wird bestimmt, welcher Datenverkehr das interne Netz verlassen darf und welche Ports dadurch geöffnet werden müssen. Ebenso wird festgelegt, ob Computer der Schule aus dem Internet erreichbar sind und welche Dienste dabei angeboten werden. Grundsätzlich kann jedes Datenpaket, das den Internetzugangsrouten passiert, kontrolliert und gegebenenfalls geblockt werden.

Bereits mit einer Standardkonfiguration bieten Internetzugangsrouten einen guten Schutz gegen Angriffe oder ungewollte Zugriffe aus dem Internet. Gleichzeitig lassen sie jedoch jede Datenübertragung zu, die aus dem internen Netz initiiert wird. Sollen diese Möglichkeiten eingeschränkt werden und bestimmte Dienste blockiert werden, können mit Firewall- bzw. Filterregeln unerwünschte Dienste und Anwendungen mit einem relativ geringen Aufwand blockiert oder in der Nutzung zumindest erheblich erschwert werden.

b) Webfilter

Neben der Absicherung des internen Schulnetzes vor Angriffen von außen steht auch die Sorge um „sichere“ Inhalte bzw. der Schutz vor unerwünschten Angeboten beim Arbeiten im Internet im Blickpunkt der Schulen. Um unerwünschte Webseiten zu sperren, stehen Webfilter zur Verfügung. Zeitgemäße Filtertechnologien verwenden eine Kombination aus Text-, Bild- und Symbolanalyse und können Internetseiten relativ zuverlässig kategorisieren. Entscheidend für eine dauerhaft gute Filterung ist auch eine regelmäßige (möglichst tägliche) Aktualisierung der Filterlisten. Der Zielvorstellung, dass möglichst alle Webseiten kategorisiert sind, können die Filterlisten dennoch nicht nachkommen. Sinnvoll für die Schule sind Webfilter, die an einem zentralen Proxy installiert werden, ohne dass dazu Änderungen am Client notwendig sind. Eine ausführliche Darstellung von Filterlösungen und der rechtlichen Situation zur Nutzung des Internets in der Schule ist auf dem Bayerischen Schulserver veröffentlicht (<https://www.mebis.bayern.de/votum/internetfilterung>).

Beim Einsatz eines Filters und bei der Auswahl der zu filternden Kategorien muss die Schule eine Abwägung treffen zwischen einem möglichst freien Zugang und der damit verbundenen größeren Gefährdung einerseits und einer stärkeren Beschränkung des Internetzugangs mit dem damit verbundenen geringeren Informationsangebot andererseits. In Anbetracht des Jugendschutzes erscheint jedoch die Verwendung eines Filters insbesondere für den schulischen Einsatz außerhalb des Unterrichts geboten. Dadurch kann die Beaufsichtigung durch die Schule unterstützt werden. Im Hinblick auf die Nutzung des Internets durch Schülerinnen und Schüler im häuslichen Umfeld und auf die begrenzte Wirkung von technischen Vorkehrungen wird es eine vordringliche Aufgabe bleiben, im Hinblick auf eine Verbesserung der Medienkompetenz pädagogisch zu wirken. Dabei empfiehlt es sich, die gesamte Schulfamilie mit einzubinden, um die Kompetenz bei Lehrkräften und Schülern, aber auch bei Eltern zu erhöhen, die den Lernort Elternhaus verantworten.

c) Logische Trennung 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.

Zur Verbindung von Teilnetzen ist ein Router oder ein Layer-3-Switch nötig. Damit lassen sich kontrollierbare Übergänge einrichten. An dieser Stelle kann sehr detailliert geregelt werden, zwischen welchen Teilnetzen über welche Protokolle kommuniziert werden kann. In der Schule ließe sich zum Beispiel regeln, dass sowohl vom Computerraum, der Bibliothek und dem Lehrerzimmer auf den Schulserver zugegriffen werden kann, ohne dass ein Zugriff vom Computerraum in das Lehrerzimmer möglich ist. Ebenso könnte geregelt werden, dass der Zugriff auf das Internet vom Unterrichtsnetz aus nur über einen Webfilter möglich ist, während aus dem Lehrerzimmer auch ungefiltert auf das Internet zugegriffen werden kann.

Auch Störungen oder Überlastungen sind üblicherweise auf die jeweiligen Teilnetze beschränkt. Ebenso lassen sich Bandbreitenbeschränkungen in den Teilnetzen einrichten.

Hinsichtlich des Schutzbedarfes ist es sinnvoll, mindestens die Bereiche Verwaltung, Lehrer und Unterricht in verschiedene Teilnetze zu trennen (siehe auch „Schutzmaßnahmen in der Schulverwaltung“). Aber auch innerhalb des Unterrichtsbereiches kann eine Trennung sinnvoll sein (z. B. in einzelne Computerräume, Klassenbereich, Fachräume). Insbesondere wenn an der Schule eine WLAN-Infrastruktur aufgebaut werden soll, die auch den Zugriff von schüler- oder lehrereigenen Geräten vorsieht (BYOD), ist es sinnvoll, diese Geräte in einem eigenen Teilnetz zu sammeln. Detailliertere Informationen sind in der Broschüre „Sichere Internetanbindung von Schulen“ (siehe Literaturhinweise) zusammengestellt.

d) Zugriff auf zentrale Komponenten

Die zentralen Komponenten eines Schulnetzes (z. B. Router, Switches, Server), insbesondere die Zugangsrouten zum Internet und die Firewall, müssen besonders geschützt werden. Ein physikalischer Schutz ist gegeben, wenn diese Komponenten in einem separaten Serverraum oder in abschließbaren Verteilerschränken untergebracht sind.

Ebenso müssen die zentralen Komponenten gegen Manipulationen und vor nicht berechtigten Zugriffen geschützt sein. Viele Router aus dem Heimanwenderbereich sind so vorkonfiguriert, dass sie – insbesondere bei der Nutzung von Online-Spielen oder Filesharing-Programmen – automatisch umkonfiguriert werden, um bestimmte Dienste zu ermöglichen. Diese automatischen Konfigurationsmöglichkeiten sollten grundsätzlich deaktiviert werden. Eine weitere Absicherung der zentralen Komponenten eines Netzwerks erreicht man dadurch, dass der Konfigurationszugang zu diesen Geräten mit sicheren Passwörtern versehen ist und die Konfiguration aus dem Unterrichtsnetz grundsätzlich nicht möglich ist.

e) Client-Absicherung

Client-Rechner sollten ohne arbeitsintensive Benutzereingriffe wieder in einen funktionierenden Ausgangszustand versetzt werden können. Eine einfache Möglichkeit dazu bieten Cloning-Verfahren, bei denen ein System-Image auf einem Server abgelegt wird und bei Bedarf an alle Rechner verteilt werden kann. Zusätzlich lassen sich Clients mit Protektorlösungen schützen, die schreibende Festplattenzugriffe in einen temporären Bereich umleiten, so dass die Rechner immer in einem einmal eingerichteten Zustand starten. Protektorsoftware ist dabei preislich günstiger und besser zu handhaben als Protektorkarten.

Weitere Möglichkeiten, Clients abzusichern oder bei Bedarf wieder herzustellen, bieten selbstheilende Arbeitsstationen, automatisierte Installationen, lokale Gruppenrichtlinien und automatisierte Verfahren zur Softwareverteilung.

Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte sollten nur mit eingeschränkten Rechten und nicht als Administrator am Rechner arbeiten. Bei Windows-Rechnern, die in eine Domäne eingebunden sind, lassen sich auch über Gruppenrichtlinien mögliche Veränderungen am Client weitestgehend ausschließen. Dies setzt jedoch sehr gute Systemkenntnisse voraus.

f) Sicherheitsupdates

Durch die Komplexität heutiger Betriebssysteme und Anwendungen werden immer wieder Sicherheitslücken bekannt, die dazu führen können, dass Computer angreifbar werden. Diese Gefährdung lässt sich durch die regelmäßige Installation von Sicherheitsupdates beziehungsweise der regelmäßigen Aktualisierung sicherheitsrelevanter Software (z. B. Flash-Player, PDF-Reader oder Webanwendungen) reduzieren.

Dringend geboten ist ein ständig aktueller Sicherheitsstand bei Servern und allen Computern, die aus dem Internet erreichbar sind. Die regelmäßige Installation von Sicherheitsupdates ist darüber hinaus bei allen mobilen Computern notwendig, bei Computern, die sensible Daten enthalten oder im Zugriff haben und bei allen Computern, die nicht durch andere Maßnahmen (z. B. mit einer Protektorsoftware oder durch regelmäßiges Klonen) geschützt sind.

g) Virenschutz

Für unverzichtbar hält der Beraterkreis einen *Viren-Scanner* mit stets aktuellen Antivirensignaturen auf allen Clients und Servern zur automatischen Überprüfung aller von transportablen Medien oder aus dem Internet geladenen Dateien. Ebenso wichtig ist die Sensibilisierung und Schulung der Anwender.

h) Notebooks oder mobile Datenträger

Bei persönlichen Notebooks oder mobilen Datenträgern von Lehrkräften, Schülerinnen oder Schülern kann nie vollständig ausgeschlossen werden, dass diese einen Virus enthalten. Das Schulnetz sollte deshalb so konzipiert werden, dass eine Ausbreitung der Viren im Schulnetz verhindert wird. Umgekehrt muss jeder sein persönliches Notebook oder Netbook so schützen, dass dieses nicht angreifbar wird und auch selbst keine Viren enthält oder verbreitet. Dies lässt sich z. B. durch die Aktivierung der windowseigenen Firewall (ohne Ausnahmen), durch die regelmäßige Installation von Sicherheitsupdates und einen aktuellen Virens scanner erreichen.

i) Geschützte Übertragung und Speicherung

Die Struktur und die Basistechnologien der Vernetzung machen es notwendig, dass sensible Daten – insbesondere beim Übermitteln durch ein Netzwerk bzw. durch das Internet – durch Verschlüsselung gegen Einsichtnahme und Modifikation Unberechtigter geschützt werden.

WLAN-Verschlüsselung

(siehe Abschnitt 4.b), WLAN)

Internet-Browser

Bei der Übermittlung sensibler Daten über den Browser ist darauf zu achten, dass dies nur über eine gesicherte Verbindung (https) erfolgt. Die Möglichkeit einer gesicherten Verbindung kann jedoch nur in Anspruch genommen werden, wenn die verschlüsselte Übertragung vom Webserver angeboten wird.

E-Mail

E-Mail-Programme sollten so konfiguriert sein, dass der Versand und Empfang von Nachrichten nicht im Klartext, sondern verschlüsselt erfolgt. Dazu wird die Übertragungssicherheit "SSL/TLS" bzw. "STARTTLS" sowohl für den Empfang (Posteingangsserver), als auch für den Versand von Nachrichten (Postausgangsserver) verwendet.

Verschlüsselung von Nachrichten

Sollen einzelne Nachrichten vor dem E-Mail-Versand verschlüsselt werden, so dass diese nur vom beabsichtigten Empfänger gelesen werden können, können asymmetrische Verschlüsselungsverfahren, wie z. B. das kostenfrei erhältliche Programm GnuPG verwendet werden. Dies erfordert jedoch einen vorbereitenden Aufwand.

Verschlüsselung von Daten auf einer Festplatte oder einem USB-Stick

Werden sensible Daten auf einem mobilen Computer oder Datenträger gespeichert, sollte dies in einer verschlüsselten Form geschehen. Dabei ist es möglich, einzelne Dateien zu verschlüsseln, verschlüsselte Container anzulegen oder ganze Datenpartitionen zu verschlüsseln. (siehe Literaturhinweise).

Passwörter

Ohne die Wahl sicherer Passwörter ist ein hinreichender Schutz der persönlichen Daten bei der Nutzung von Diensten im Internet nicht möglich.

Die Komplexität eines Passworts sollte gewählt werden

- in Abhängigkeit von dem Schutz, der durch das Passwort erreicht werden soll,
- in Abhängigkeit von der potentiellen Exponiertheit des betreffenden Dienstes, der durch das Passwort geschützt werden soll.

Für die Gestaltung von Passwörtern gibt es zahlreiche Empfehlungen. Einig ist man sich über folgende Regeln:

- Das gleiche Passwort darf nicht für mehrere Dienste verwendet werden.
- Das Passwort darf nicht in einem Buch (Wörterbuch) vorkommen oder aus einem solchen abgeleitet werden.
- Das Passwort sollte sowohl Groß-, Kleinbuchstaben, Sonderzeichen und Ziffern enthalten.
- Das Passwort sollte eine Mindestlänge (z. B. acht Zeichen) haben.
- Im Passwort sollten keine Elemente enthalten sein, auf die von Personenmerkmalen geschlossen werden kann (z.B. Geburtsdatum).

Informationen zum Umgang mit Passwörtern findet man auch auf den Seiten des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (siehe Literaturhinweise).

j) Nutzungsordnung

Mit den Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrkräften und dem Verwaltungspersonal sollte unbedingt eine Nutzungsordnung zum Umgang mit dem EDV-System vereinbart werden. Zu beachten ist, dass eine Protokollierung der Tätigkeiten im lokalen Netz, der Arbeit mit sogenannten Lernumgebungen oder der Internet-Nutzung, die zeitlich begrenzte Speicherung der Log-Dateien und das Vornehmen von Stichproben gemäß Telekommunikationsgesetz nur dann zulässig sind, wenn die EDV-Einrichtungen der Schule ausschließlich zu schulischen Zwecken genutzt werden dürfen. Diese Punkte sollten in einer Nutzungsordnung geregelt werden. Ebenso sollten die technischen und organisatorischen Voraussetzungen zur Nutzung privater Endgeräte im Schulnetz in einer Nutzungsvereinbarung geregelt sein. Die dort vereinbarten Regeln sollten prinzipiell unabhängig vom benutzten Endgerät sein. In der

Nutzungsordnung sollte auch auf mögliche Urheberrecht-Verletzungen im Umgang mit dem Internet (Upload bzw. Download von Dateien) hingewiesen werden. In der KMBek vom 12. September 2012 Az.: II.7-5 O 4000-6b.122 162 „Rechtliche Hinweise zur Nutzung der EDV-Einrichtung und des Internets an Schulen“, das unter <http://www.km.bayern.de/ministerium/recht.html> abgerufen werden kann, ist ein „Muster für eine Nutzungsordnung der EDV-Einrichtung und des Internets“ enthalten.

k) Schutzmaßnahmen in der Schulverwaltung

Beim *Einsatz der EDV in der Schulverwaltung* muss die Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit der sensiblen Daten dauerhaft gewährleistet sein. Daher muss u. a. sichergestellt sein, dass nur autorisierten Personen ein Zugriff auf personenbezogene Daten und die zugehörigen Programme möglich ist. Die Verantwortung hierfür liegt bei der Schule.

Hinsichtlich des Schutzbedarfes ist es sinnvoll, *Verwaltungsbereich, Lehrerbereich* und *Schüler-/Unterrichtsbereich* in verschiedene Teilnetze mit gesicherten Übergängen zu trennen. Durch geeignete technische Maßnahmen ist sicherzustellen, dass ein Zugriff vom Schüler-/Unterrichtsbereich aus auf Rechner in den beiden anderen Bereichen *nicht* möglich ist. Ein Zugriff vom Lehrerbereich auf Rechner des Verwaltungsbereichs ist auf diejenigen Dienste der Schulverwaltung einzuschränken, die zur Verwendung durch die Lehrkräfte vorgesehen sind. Von der Nutzung von WLAN oder Powerline in Verwaltungsnetzen wird abgeraten, da eine räumliche Begrenzung dieser Netze ausschließlich auf den Verwaltungsbereich nicht möglich ist.

Da zur Nutzung der Datenfernübertragung ein Internetzugang aus dem Verwaltungsbereich notwendig ist, sind *besondere Schutzmaßnahmen* vor nicht autorisierten Zugriffen auf personenbezogene Daten zu treffen. Als mögliche Sicherheitsmaßnahmen werden empfohlen: Absicherung des Internetzugangs durch eine Firewall und Beschränkung des Zugriffs auf die notwendigen Dienste; Nutzung eines sicheren Mail-Dienstes mit Spamfilter und Virenschutz; Virenschutz und regelmäßige Installation von Sicherheitsupdates auf den Rechnern im Verwaltungsbereich; Beschränkung des Zugriffs auf als sicher bekannte Adressen, Sensibilisierung und Schulung der Anwender.

Falls ein Fernzugriff auf den Verwaltungsbereich notwendig ist, darf dieser nur über eine gesicherte Verbindung erfolgen und ist auf wenige unbedingt benötigte Dienste auf explizit dafür vorgesehene Server einzuschränken.

Eine detailliertere Zusammenstellung von Schutzmaßnahmen ist auch in der KMBek vom 11. Januar 2013 Az.: I.5-5 L 0572.2-1a.54 865 „Erläuternde Hinweise für die Schulen zum Vollzug des Bayerischen Datenschutzgesetzes“ enthalten (siehe: <http://www.km.bayern.de/ministerium/recht/datenschutz.html>).

6. Aussagen zur Anwendersoftware

Wie in Abschnitt 2 bereits dargestellt, ist der Beraterkreis der Überzeugung, dass die Entscheidung bei Ausstattungen von den unterrichtlichen Einsatzgebieten und der dafür einzusetzenden Software ausgehen muss. Der Schulausschuss der Kultusministerkonferenz hat hierzu „schulgerechte Konditionen für Softwarelizenzen“ beschlossen, die die wesentlichen Kriterien für Beschaffungsmaßnahmen von Software für die Schulen (kostenfrei angebotene Software, Schullizenz oder wenigstens Klassenraumlizenz) festlegen. Viele Hersteller und Anbieter von Software für Schulen haben diese schulgerechten Konditionen anerkannt. Unter diesen Bedingungen sind die notwendigen Beschaffungen von Software lizenzrechtlich einwandfrei möglich, ohne den Etat der Schule bzw. des Aufwandsträgers zu stark zu belasten.

Bei kommerziell angebotener Software muss bei der Beschaffung von Softwarelizenzen grundsätzlich von der Anzahl der Arbeitsplätze ausgegangen werden. Den Schulen wird empfohlen, über vorhandene Lizenzen eine Bestandsdatei zu führen. Das Lizenzmodell (Aktivierung, Kopierschutz, eigener Lizenzserver, Hardwarekoppelung) muss für den schulischen Einsatz geeignet sein und darf eine automatisierte und wirtschaftliche Softwareverteilung nicht behindern. Dies ist vor der Anschaffung in jedem Fall zu prüfen.

Vor der Beschaffung einer Software sollten die gesamten damit verbundenen Ressourcen und Kosten betrachtet werden (z. B. Installation der Software, Schulung der Lehrkräfte, ggf. notwendige Supportverträge mit dem Hersteller, erhöhter Supportaufwand wegen Wechselwirkungen mit anderer Software).

Die *Installation von Software* in einem Schulnetz gestaltet sich als ein komplexer und zeitaufwändiger Vorgang. Vor allem die Anpassung aller Arbeitsstationen an die neue Software ist nicht einfach. Dies kann durch Klonen eines konfigurierten Modellarbeitsplatzes auf die anderen Arbeitsplätze erfolgen oder durch Einsatz von Netzinstallationsprogrammen, die die auf einer Arbeitsstation vollzogenen Änderungen auf den anderen Arbeitsstationen automatisch nachvollziehen. Der Einsatz geeigneter Hilfssoftware (z. B. Drive Snapshot, Acronis True Image, Norton Ghost, Free Open Ghost, CloneZilla, PartImage, NetInstall, Windows-Bereitstellungsserver oder MSI-Pakete) wird dringend empfohlen.

a) Standardsoftware, Branchensoftware, Pädagogische Software

Für Standardanwendungen ist in großem Umfang freie oder für die Schulen kostenlose Software erhältlich, die in der Regel den Anforderungen der Schule genügt. Auch bei Branchensoftware und pädagogischer Software sollte primär auf *Open-Source-Software* oder *kostenfreie Software* gesetzt werden (siehe Abschnitt 7i, Seite 33). Der Einsatz der Software begründet im Einzelfall die Hardwareanforderungen.

Vor allem an beruflichen Schulen muss bei der Auswahl der Software gegebenenfalls auf die Belange der Ausbildungsbetriebe Rücksicht genommen werden.

Verschiedene Lizenzmodelle für Microsoft-Produkte sind unter http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/Microsoft_Lizenzmodelle.pdf dargestellt.

Das FWU hat mit Microsoft Vereinbarungen zum Bezug von Windows-Betriebssystemen und Anwendersoftware abgeschlossen, die von Schulen genutzt werden können (siehe: <http://www.fwu.de/1702/rahmenvertrag-zwischen-dem-fwu-und-microsoft>).

Eine Bewertung kommerziell angebotener interaktiver multimedialer CDs/DVDs für den Unterricht findet sich in der SODIS-Datenbank (<http://www.sodis.de>).

b) Programmierumgebungen

Im Informatikunterricht werden exemplarisch Problemlösungen in einer Programmiersprache codiert. Der Schwerpunkt des Informatikunterrichts liegt jedoch mehr auf der Analyse- und Entwurfsphase des Problemlösungsprozesses, d. h. auf der Modellierung von Systemen. Das Erlernen der Syntax einer Programmiersprache und das praktische Vorgehen bei der Erstellung eines lauffähigen Programms lassen den Sinn des Modellierens erkennen. Zur Umsetzung des informatischen Modells in einem Programm soll deshalb eine integrierte Entwicklungsumgebung verwendet werden, die die Schritte der Implementierung unterstützt (leicht bedienbarer, die Syntax unterstützender Editor; einfach aufrufbarer und schneller Compiler; übersichtlicher Debugger mit Tracemöglichkeiten zur Unterstützung bei der Fehlersuche und zum Verständnis für den Programmablauf).

In den letzten Jahren werden immer komfortablere, grafikorientierte Entwicklungsumgebungen angeboten, die den zeitgemäßen Ansprüchen einer Programmentwicklung angemessen sind.

Zum Einstieg stehen den Schulen einfache Programmiersysteme zur Verfügung, die speziell nach didaktischen Gesichtspunkten entwickelt wurden. Für die Einführung in die Algorithmik bewährt sich die Programmierumgebung „Robot Karol“ (kostenfrei unter <http://www.schule.bayern.de/karol>), bei der eine kleine Roboterfigur durch Programme gesteuert wird. Anhand von grafischen Objekten bieten die Programme "EOS" und "Object-Draw" (beide kostenfrei unter <http://www.pabst-software.de/>) für Schülerinnen und Schüler der unteren Jahrgangsstufen eine erste Hinführung in das objektorientierte Denken. Auch die freie Programmierumgebung "Scratch" (<http://scratch.mit.edu>) gewinnt im Anfängerunterricht größeren Zulauf.

Im fortgeschrittenen Informatikunterricht werden umfangreichere Programmiersprachen benötigt. Die eingesetzte Programmiersprache sollte möglichst für alle Inhalte der Informatik verwendet werden können, so dass kein mehrfacher Wechsel von Programmiersprachen im Laufe der Schulzeit erforderlich ist.

In der Didaktik der Informatik an den allgemeinbildenden Schulen spielt die objektorientierte Modellierung eine tragende Rolle. Deshalb sollte hier eine objektorientierte Programmiersprache (z. B. Java, Delphi) zum Einsatz kommen, jedoch in einer visuellen Entwicklungsumgebung, die den Gedanken der Modellierung unterstützt (z. B. BlueJ, Eclipse, JBuilder, Delphi). Die freien Entwicklungsumgebungen BlueJ oder JavaEditor (<http://www.javaeditor.org>) sind in dieser Hinsicht für den Schuleinsatz sehr gut geeignet.

Für Realschulen steht kostenlos die Software-Entwicklungsumgebung SemiOOS zur Verfügung, die es erlaubt, einfache objektorientierte Programme zusammenzustellen (Download unter <http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/SEMIOOS.zip>).

An den beruflichen Schulen sollte sich die Auswahl der Programmiersprache an der Praxis und am betrieblichen Umfeld orientieren. Häufig kommen C++, Java, C#, VB.net oder PHP zum Einsatz. Die Festlegung erfolgt an den Berufsschulen in enger Absprache mit den dualen Ausbildungspartnern.

c) Autorensysteme und Präsentationsprogramme

Neben dem Einsatz von klassischen Programmiersprachen vorwiegend im Informatikunterricht werden weitere Werkzeuge wie etwa Autorensysteme und Präsentationsprogramme benötigt, um den pädagogischen Ansatz des konstruktiven Lernens realisieren zu können.

Der Aufwand zur Erstellung fachspezifischer Anwendungen für den Unterricht ist vergleichbar mit dem beim Entwickeln eines entsprechenden Programms in einer höheren Programmiersprache. Beim Einsatz universeller Autorensysteme kann daher im Einzelfall der Aufwand weit höher als der erzielbare Nutzen werden.

Für schulische Zwecke geeignete Werkzeuge sind das Autorensystem Mediator, die Präsentationssysteme LibreOffice-Impress, OpenOffice-Impress, Power-Point sowie HTML-Editoren.

d) Lernplattformen

Neben dem reinen Informationsabruf aus dem Internet werden von Schulen auch webbasierte Lernplattformen genutzt. Diese stellen eine datenbankbasierte Lernumgebung zur Unterstützung bei der Vermittlung von Lerninhalten sowie der Organisation der dabei notwendigen Lernprozesse bereit und ermöglichen die Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern auch außerhalb der Schule. Um den administrativen Aufwand in der Schule zu reduzieren und den Zugriff auch außerhalb der Schule zu erleichtern, sollen zentral bereitgestellte Lernplattformen oder im Zuständigkeitsbereich der Sachaufwandsträger bereitgestellte Plattformen genutzt werden. In diesem Zusammenhang sind die datenschutzrechtlichen Vorgaben zu beachten, insbesondere gemäß Anlage 10 der Verordnung zur Durchführung des Art. 28 Abs. 2 BayDSG. Ab dem Schuljahr 2014/2015 steht die zentral bereitgestellte mebis-

Lernplattform allen bayerischen Schulen zur Verfügung (<https://lernplattform.mebis.bayern.de>). Die Einführung wird durch eine umfangreiche Schulungsmaßnahme begleitet. Daneben gibt es regional eingerichtete Lernplattformen, wie zum Beispiel für Münchner Schulen M@school-Online.

Der Einsatz einer passwortgeschützten Lernplattform kann durch einen entsprechenden Beschluss der Lehrerkonferenz auch zum verpflichtenden Bestandteil des Unterrichts an einer Schule oder in einzelnen Klassen oder Kursen der Schule erklärt werden. Einwilligungen der einzelnen Schülerinnen und Schüler bzw. derer Erziehungsberechtigter sind dann nicht nötig. (siehe Punkt 4.3 der KMBek vom 24. Oktober 2012 "Medienbildung - Medienerziehung und informationstechnische Bildung in der Schule", <https://www.mebis.bayern.de/votum/grundlagen>)

Die Ergebnisse einer im April 2008 an der Akademie Dillingen durchgeführten Aussprachetagung zu Lernplattformen sind unter <http://alp.dillingen.de/service/it/Bericht-Aussprachetagung-Lernplattformen.pdf> verfügbar.

7. Aussagen zu angebotenen Geräten und Programmen

Die Kosten für IT-Systeme setzen sich aus unterschiedlichen Faktoren zusammen.

Diese sind z. B.

- bauliche Maßnahmen für die IT-Infrastruktur, wie z. B. Gebäudeverkabelung
- Raumausstattung wie z. B. Einrichtungen für Server- oder Computerräume
- Beschaffungskosten für Computer, Peripheriegeräte oder andere aktive Komponenten
- Administration, Betreuung, Wartung und Reparaturen
- Betriebskosten (z. B. Verbrauchsmaterial, Stromkosten, Gebühren, Lizenzen)

Im Folgenden sind Informationen zu den Beschaffungskosten für Computer und Peripheriegeräte zusammengestellt.

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass die auf dem Markt angebotenen PCs in der Regel die vom Beraterkreis definierten Mindestanforderungen erfüllen. Unbenommen der Empfehlungen und Festlegungen in diesem Votum bedarf es bei einer konkreten Beschaffungsmaßnahme dennoch einer Ausschreibung gemäß den gesetzlichen Bestimmungen. Eine Kaufentscheidung, die sich lediglich auf dieses Votum stützt, kann im Einzelfall zu rechtlichen Problemen führen.

a) Arbeitsplatzrechner

Für einen Rechner inklusive Betriebssystem mit einem Leistungsindex nach Sysmark 2007 von 220, 8 GB Arbeitsspeicher, on-board-Grafik, Netzanschluss, Soundanschlüssen, SSD-Speicher mit 250 GB, DVD-Brenner, Kopfhörer mit Mikrophon und 22"-TFT-Farbbildschirm ist mit einem Aufwand von ca. 750,- Euro zu rechnen.

Dies erreicht man beispielsweise mit einem gut konfiguriertem System mit Intel Core i5-3470 3,2 GHz-Prozessor oder AMD FX-6350 6x3,9 GHz-Prozessor und mit 8 GB Arbeitsspeicher Typ DDR3. Unter Windows 7 (64 Bit) erreichen diese Systeme typischerweise einen Windows-Leistungsindex von 5,9 (ohne Berücksichtigung der Grafikkarte).

Installations- und Service-Leistungen können zusätzliche Kosten verursachen. Für Protectorsoftware ist ein Preis von ca. 25,- Euro anzusetzen.

b) Transportable Rechner für wechselnde Einsatzorte

Für ein Business-Notebook mit einem Leistungsindex nach Sysmark 2007 von 190 (z. B. Intel Core i5-4300M, 2x2,6 GHz-Prozessor oder AMD A10-5750M, 4x2,5 GHz-Prozessor), 8 GB Hauptspeicher, 15,6" TFT-Bildschirm, WXGA-Auflösung 1366x768, 6 Std. Akkulaufzeit, 250 GB-SSD-Speicher, DVD-Brenner, Ethernet und Wireless-Schnittstelle, integrierten Lautsprechern und Notebook-Tasche sind ca. 850,- Euro anzusetzen.

Der Preis eines Tablet-PCs mit interaktivem Bildschirm (Touchscreen) liegt ca. 100 Euro über dem Preis eines vergleichbaren Notebooks.

c) Server

Für einen Server, der primär als Fileserver dienen soll, kommen Rechner mit Intel Xeon oder AMD Opteron (Quad Core, 2,6-2,8 GHz), 8 GB Hauptspeicher, SATA-RAID mit zwei 2 TB Festplatten, DVD-Brenner, 1 GBit/s-Netzanschluss in Betracht. Als Preise für den Server sind ca. 1.300 Euro (incl. 3 Jahre Vor-Ort-Service) und für das Betriebssystem zwischen 100,- und 250,- Euro anzusetzen. Dazu kommen noch Kosten für Zugriffslizenzen. Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung kostet ca. 300,- Euro.

Als Server zur Virtualisierung von Serversystemen (z. B. ESXi-Server) kommt z. B. ein Rechner mit Intel Xeon E5-2640 2,5 GHz, 6c, 15 MB Cache, 48 GB DDR3-Speicher, 4x1 TB Festplatten (im Raid-Verbund) incl. 5 Jahre Vor-Ort-Service in Betracht. Als Preis sind dafür ca. 3.000 Euro anzusetzen.

Eine leistungsfähige NAS-Box (Network-Attach-Storage) mit einem Datendurchsatz von 100 MB/s lesend und schreibend und 6-8 TB Speicherkapazität (Festplatten im Raid-Verbund) kostet ca. 1.300 Euro.

d) Beamer

Für ein transportables Projektionsgerät (Beamer) ist mit Kosten von ca. 700 Euro (bei einer Auflösung von 1280 x 800 Punkten und einer Lichtstärke von 3500 Ansi-Lumen) zu rechnen. Für einen Kurzdistanz-Beamer betragen die Anschaffungskosten ca. 1.400 Euro, für einen interaktiven Kurzdistanz-Beamer ca. 1.700 Euro. Hinzu kommen ggf. noch die Kosten für eine Wand- oder Deckenhalterung. Eine Ersatzlampe (Lebensdauer ca. 3 Jahre) kostet ca. 250,- Euro.

Ein Adapter zur Darstellung von Smartphones oder Tablets am Beamer (z. B. Miracast-Adapter) kostet ca. 40 Euro

e) Visualizer

Visualizer mit einer Auflösung von mindestens 1280 x 800 Punkten sind ab ca. 400 Euro erhältlich.

f) Interaktive Whiteboards

Ein fahrbares oder fest montiertes höhenverstellbares interaktives Whiteboard mit Ultrakurz-distanzbeamer ist bei einer Bilddiagonale von 220 cm (87", Format 16:10) incl. Lautsprecher für etwa 5.000,- Euro erhältlich.

g) Interaktive Touchmonitore

Große interaktive Touchmonitore mit 213 cm Bilddiagonale (84") sind ab ca. 7.000 Euro erhältlich.

h) Internetzugang

Ein ADSL- oder VDSL-Anschluss ist mit einmaligen Kosten von 100,- Euro verbunden. Ein Hardware-Router mit differenziert konfigurierbaren Firewall-Funktionen zur Anbindung mehrerer lokaler Netze kostet ca. 200,- Euro.

Für einen eigenständigen Kommunikationsserver wäre bei Bedarf je nach Funktionsumfang zwischen 1.000,- Euro und 2.000,- Euro anzusetzen.

Durch die derzeitigen Angebote eines kostenfreien Zugangs (z. B. Deutsche Telekom, regionale Anbieter) fallen für den laufenden Betrieb im pädagogischen Bereich keine Gebühren an.

i) Drucker

Geeignete Farbtintenstrahldrucker sind für 100,- Euro erhältlich. Für einfache Seitendrucker (Laserdrucker, 15 Seiten/min, Verbrauchskosten ca. 3 Cent/Seite) am Einzelplatz sind ca. 150,- Euro, für leistungsfähige Netzwerkdrucker (25 Seiten/min, Verbrauchskosten ca. 1,5 Cent/Seite) ca. 400,- Euro anzusetzen. Netzwerkfähige Farblaserdrucker (Verbrauchskosten ca. 2 Cent/Seite bei schwarz-weißem Textdruck, ca. 8 Cent/Seite bei farbigem Textdruck) kosten ca. 450,- Euro.

j) Access-Points

Einfache Access-Points, die geeignet sind, spontan eine WLAN-Verbindung aufzubauen, kosten ca. 40 Euro. Access-Points, die für eine WLAN-Infrastruktur geeignet sind, sind ab ca. 200 Euro erhältlich.

k) Software

Sowohl Standardsoftware als auch pädagogische Software ist zunehmend als freie oder für Schulen kostenlose Software erhältlich. Mit LibreOffice steht den Schulen ein vollständiges Office-Paket kostenfrei zur Verfügung. Ein Erfahrungsbericht mit einer Übersicht über freie und kostenlose Software für Schulen ist unter <https://www.mebis.bayern.de/votum/software> veröffentlicht.

Bei kommerzieller Software halten sich die meisten Anbieter an die vom Schulausschuss der KMK empfohlenen „schulgerechten Konditionen für Softwarelizenzen“ und verkaufen Klassen- bzw. Schullizenzen für weniger als 409,- Euro je Produkt. Im Bereich der Branchensoftware für berufliche Schulen liegen die Preise deutlich höher, sind jedoch gegenüber Listenpreisen in der Regel rabattiert.

Über das ISB sind die beiden Branchensoftwareprodukte Mesonic WINLine und Microsoft Dynamics NAV (ERP-Software) kostenlos zu beziehen (<http://www.erp-software-bayern.de/>).

Für den Kauf der nötigen Grundausrüstung an Lernprogrammen sind ca. 1.000,- bis 2.000,- Euro anzusetzen. Eine Schullizenz für eine Antivirensoftware mit regelmäßiger Update-möglichkeit ist ab ca. 400,- Euro (pro Jahr) erhältlich.

l) Rechnerraumausstattung

Ein Rechnerraum einer Schule gemäß diesem Votum kostet bei einer Grundausrüstung mit 15 lokal vernetzten Schülerarbeitsplätzen, 1 Lehrerarbeitsplatz, 1 Beamer, 1 Laserdrucker sowie Standard- und Lernsoftware ca. 14.000,- Euro. Wird ein Raum mit 30 Rechnern ausgestattet, erhöht sich der Betrag auf ca. 25.000,- Euro.

Ergänzend dazu benötigt die Schule mindestens einen Server oder eine NAS-Box zur Datenablage, externe Festplatten zur Datensicherung, eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, einen Router oder Kommunikationsserver mit Filtersoftware, sowie einen DSL-Anschluss. Dafür sind Grundausrüstungskosten in Höhe ab ca. 4.000,- Euro anzusetzen.

Die Kosten für Verkabelung und Installation sind abhängig von den Raumgegebenheiten der Schule.

8. Weiterführende Literaturhinweise

Die zentrale Informationsquelle für die Schulen ist bereits jetzt das für alle Schulen zugängliche Landesmedienzentrum mebis (<https://www.mebis.bayern.de>). Weitere einschlägige Informationen sind bei der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen (<http://alp.dillingen.de/publikationen>) und beim Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München (<http://www.isb.bayern.de>) erhältlich bzw. können bei den Beratungsstellen (siehe auch Abschnitt 2b, Seite 5) erfragt werden. Die nachfolgend exemplarisch genannten Veröffentlichungen sollen die Empfehlungen dieses Votums ergänzen und es im Blick auf eine Gesamtausstattung der Schule mit Einrichtungen, Geräten und Programmen abrunden.

- Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus vom 24. Oktober 2012 Az.: III.4-5 S 1356-3.18 725 „Medienbildung – Medienerziehung und informationstechnische Bildung in der Schule“ festgehalten (siehe: <https://www.mebis.bayern.de/votum/grundlagen> bzw. <https://www.verkuendung-bayern.de/kwmb/jahrgang:2012/heftnummer:22/seite:357>);
- Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus vom 11. Januar 2013 Az.: I.5-5 L 0572.2-1a.54 865 „Erläuternde Hinweise für die Schulen zum Vollzug des Bayerischen Datenschutzgesetzes“ (siehe: <http://www.km.bayern.de/ministerium/recht/datenschutz.html>).
- Votum 2012 des Beraterkreises für Schulrechner, ALP Dillingen 2012 (<http://www.schule.bayern.de/votum>)
- Sichere Internetanbindung von Schulen, ALP Dillingen 2010 (http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/Sichere_Internetanbindung_I.pdf)
- Planungsrichtlinien für Kommunikationsnetze, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, München 2010 (http://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/buw/hochbau/bayitr_03.pdf <http://alp.dillingen.de/service/it/Planungsrichtlinien.pdf>)
- Digitale Kompetenz - IT-Einsatz und Internet Policy an Österreichs Schulen, Österreichisches Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur http://www.bmukk.gv.at/medienpool/20117/dig_erlass_b11.pdf
- Das Lean-LAN – zeitgemäße Netzwerke in Schulen, Frankfurt, Dillingen 2006 (<http://alp.dillingen.de/service/it/lean-lan.pdf>)
- IT-Systemlösung für Schulen, ALP Dillingen 2006 (<http://alp.dillingen.de/service/it/systemloesungen.pdf>)
- GUV-SI 8009 - Sicher und Fit am PC in der Schule - Mindestanforderungen an Bildschirmarbeitsplätze in Fachräumen für Informatik, Bundesverband der Unfallkassen, München 2002 (http://alp.dillingen.de/service/it/guv_si-8009.pdf)
- GUV-I 650 Leitfaden für die Gestaltung – Bildschirm und Büroarbeitsplätze, Bundesverband der Unfallkassen, München 2006 (http://alp.dillingen.de/service/it/I_650.pdf)
- Passwörter, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (<http://www.bsi-fuer-buerger.de/Passwoerter>)

Votum 2014

- Online-Distributionssysteme für Unterrichtsmedien, Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, München 2007 (<http://www.isb.bayern.de> Suchbegriff: Unterrichtsmedien)
- Praxisleitfaden Schulbibliothek – Eine Handreichung für Lehrerinnen und Lehrer, Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, München 2004 (<http://www.isb.bayern.de> Suchbegriff: „Praxisleitfaden Schulbibliothek“)
- Internetfilterung für Schulen (<https://www.mebis.bayern.de/votum/internetfilterung>)
- Computereinsatz im Fachunterricht (<https://www.mebis.bayern.de/faecher>)
- Elektronische Hilfsmittel für Behinderte und Kranke (<http://www.elecok.de>)
- Informationen zum Kinder- und Jugendmedienschutz (<https://www.mebis.bayern.de>, Suchbegriff: Jugendmedienschutz)
- Leseforum Bayern, Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst (<http://www.leseforum.bayern.de>)
- Datenschutz in der Schule (<https://www.mebis.bayern.de/kategorie/service/recht/datenschutz>)
- Rechtliche Hinweise zur Nutzung des Internets an öffentlichen Schulen (Stand: September 2012) (<https://www.mebis.bayern.de/votum/grundlagen>, bzw. http://www.km.bayern.de/download/500_hinweise_internetnutzung_an_oeff_schulen.pdf)
- Dokumentation zur Aussprachetagung „Lernplattformen“ (Stand: Februar 2009) (<http://alp.dillingen.de/service/it/Bericht-Aussprachetagung-Lernplattformen.pdf>)
- Truecrypt – Datenverschlüsselung in der Schule (<http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/Truecrypt.pdf>)
- Freie und kostenlose Software zur Grundausstattung für Schulen (http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/Freie_Software.pdf, <https://www.mebis.bayern.de/votum/software>)

München, September 2014

gez.

Georg Schlagbauer
Studiendirektor