



Beraterkreis für Schulrechner

# Votum 2011

Empfehlungen  
zur IT-Ausstattung von Schulen

**Beraterkreis für Schulrechner  
des Bayerischen Staatsministeriums  
für Unterricht und Kultus**

**Votum 2011**

**Empfehlungen zur IT-Ausstattung von Schulen**

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

Dillingen, Dezember 2011

Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium  
für Unterricht und Kultus  
Salvatorstraße 2  
80333 München  
<http://www.stmuk.bayern.de>

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

Bezug: Das Votum 2011 ist ausschließlich  
im Internet unter der Adresse  
<http://www.schule.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) Gebrauchtreamer und Leasing .....	10
c) Systembetreuung.....	10
4. Aussagen zur Empfehlung von IT-Systemen.....	11
a) Allgemeine Voraussetzungen .....	12
b) Vernetzung der Rechner, Schulhausvernetzung .....	13
c) Arbeitsplatzrechner .....	14
d) Arbeitsplatzbetriebssysteme .....	15
e) Rechner als Server im Netz.....	16
f) Serverbetriebssysteme.....	16
g) Systeme zur Datensicherung.....	17
h) Internetzugang.....	17
i) Drucker .....	18
j) Großbildprojektion.....	18
k) Spezielle Peripherie .....	19
l) IT-Systemlösungen für Schulen.....	20
5. Aussagen zu Schutzmaßnahmen .....	20
a) Firewall: .....	20
b) Webfilter: .....	21
c) Zugriff auf zentrale Komponenten:.....	21
d) Client-Absicherung: .....	22
e) Virenschutz: .....	22
f) Notebooks, Netbooks oder mobile Datenträger:.....	22
g) Nutzungsordnung:.....	22
h) Schutzmaßnahmen in der Schulverwaltung:.....	23
6. Aussagen zur Anwendersoftware.....	23
a) Standardsoftware, Branchensoftware, Pädagogische Software .....	24
b) Programmierumgebungen.....	24
c) Autorensysteme und Präsentationsprogramme .....	25
d) Lernplattformen .....	25
7. Aussagen zu angebotenen Geräten und Programmen .....	26
a) Arbeitsplatzrechner .....	26
b) Transportable Rechner für wechselnde Einsatzorte.....	26
c) Server .....	27
d) Beamer .....	27
e) Internetzugang.....	27
f) Drucker .....	27
g) Software .....	27
h) Rechnerraumausstattung .....	28
8. Weiterführende Literaturhinweise .....	28

## 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 Unterricht und Kultus 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 hat Franz Josef Pschierer, der IT-Beauftragte der Bayerischen Staatsregierung und Staatssekretär im Bayerischen Staatsministerium der Finanzen, auf dem 6. nationalen IT-Gipfel am 6. Dezember 2011 in München eine erste Skizze des zunächst als Projekt angelegten „Digitalen Bildungsnetzes Bayern“ vorgestellt, das „als technische Infrastruktur die Umsetzung pädagogischer Konzepte und didaktischer Methoden für Digitales Lernen bestmöglich [unterstützen soll]“ (vgl. [http://www.bildungsnetz-bayern.org/?page\\_id=2](http://www.bildungsnetz-bayern.org/?page_id=2)) – konkrete technische Aussagen sind darin noch nicht enthalten. Das aktuelle Votum berücksichtigt soweit möglich diese Entwicklungen.

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 20. Oktober 2011 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 „Referenzschulen für Medienbildung“ des Staatsministeriums, <http://www.medien-schulen.bayern.de>):

- Zielsetzung unter Berücksichtigung der Einsatzgebiete (vgl. Buchst. b, 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). 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 <http://www.schule.bayern.de/it-beratung/fachberatung>).

Mit KMBek vom 26. Juni 2007 Nr. III.4-5 S 1356-5.41 867 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>).

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.medieninfo.bayern.de>),  
Landesbeauftragte für den Computereinsatz im Fachunterricht  
(<http://www.schule.bayern.de/unterricht/landesbeauftragte>)
- Medienzentren: Beratung durch die Medienzentren der Stadt- und  
Kreisbildstellen, auch im Hinblick auf digitale  
Unterrichtsmedien (<http://www.fwu.de>)
- Schulverwaltung: Multiplikatoren für Schulverwaltungsprogramme  
(<http://www.schule.bayern.de/winsv/>)

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

Seit dem Schuljahr 2009/2010 ist vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus unter der Leitung der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen und des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung der Arbeitskreis "Digitales Lehren und Lernen" eingerichtet. Über die Website <http://dll.schule.bayern.de> stehen den Lehrkräften derzeit Handreichungen und Informationen zu folgenden Themenbereichen zur Verfügung:

- Lehren und Lernen mit Notebooks und Netbooks
- Unterrichten mit Learning Management Systemen
- Einsatz von interaktiven Whiteboards
- Web 2.0-Anwendungen im Unterricht

Das an der Akademie eingerichtete eLearning Kompetenzzentrum bietet zu den oben genannten Themen ebenfalls ein umfangreiches Fortbildungs- und Beratungsangebot an.

### **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 Unterricht und Kultus vom 15. Oktober 2009 Az.: III.4-5 S 1356-5.625 „Medienbildung – Medienerziehung und informationstechnische Bildung in der Schule“ festgehalten (siehe: <https://www.verkuendung-bayern.de/files/kwmb1/2009/20/kwmb1-2009-20.pdf>); die schulart-spezifische Konkretisierung erfolgt in den Stundentafeln 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: Medienerziehung, informationstechnische Grundbildung, Informatik, Datenverarbeitung, Informationstechnik, Technisches Zeichnen, Textverarbeitung, Fachunterricht, Sprachlabor, Multimedia, elektronische Informationsbeschaffung.

Dabei wird in Fächern wie Informatik, Datenverarbeitung oder Informationstechnik 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 mindestens für jeweils zwei Schülerinnen oder Schüler ein Arbeitsplatz zur Verfügung stehen, d. h. je nach Klassenstärke ist von ca. 15 Schülerarbeitsplätzen auszugehen, die durch einen zusätzlichen Lehrerarbeitsplatz mit Projektionseinrichtung ergänzt werden.

Viele Unterrichtssituationen erfordern allerdings, dass jeder Schülerin und jedem Schüler ein eigener Arbeitsplatz zur Verfügung steht. In diesen Situationen muss geprüft werden, ob Möglichkeiten zur Klassenteilung bestehen oder ob die Rechnerräume in Klassenstärke mit Computern ausgestattet werden können. Bei der Neueinrichtung eines Rechnerraumes sollte deshalb zumindest das Netzwerk für eine spätere Nutzung in Klassenstärke vorbereitet werden.

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. Ergänzend dazu sind zusätzliche Tische zur Arbeit ohne Computer sinnvoll.

Die Funktionen eines konventionellen Sprachlabors können von einem Rechnerraum nicht nur in flexiblerer Form übernommen werden, sondern es werden auch noch zahlreiche weitere, vor allem anspruchsvollere Formen von Sprachtraining ermöglicht. Daher können höhere Investitionen in konventionelle Sprachlabore nicht mehr empfohlen werden.

### **Fachräume (auch Bibliothek, Internetcafe, Lehrerzimmer)**

Der Beraterkreis hält die Verfügbarkeit von Multimedia-Rechnern gemäß Abschnitt 4c, Seite 14, 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 hat der Rechner auch als Arbeitsmittel im *Klassenzimmer* (z. B. für Demonstrationszwecke, zur Binnendifferenzierung, zur Projektarbeit oder zur Freiarbeit) große Bedeutung. Als Alternative zu stationären Computern mit einem Beamer pro Klassenzimmer können auch *transportable Rechner* (z. B. Notebook für die Lehrkraft) oder *fahrbare Einheiten* bestehend aus Multimediarechner, Beamer und einem Drucker zum Einsatz kommen, wobei hier eine längere Vorbereitungszeit zu berücksichtigen ist. Diese Einheiten sollten über eine Hausvernetzung (siehe auch Abschnitt 4b, Seite 13) mit dem Rechnernetz der Schule verbunden werden können.

Soll *allen Schülerinnen und Schülern im Klassenzimmer* der Zugang zu Computern ermöglicht werden, bieten sich als Alternative zu Rechnerräumen Klassensätze von Notebooks oder Netbooks an, die in einem *fahrbaren Notebookwagen* aufbewahrt werden können. Je nach vorgesehener Computernutzung können auch weitere mobile Endgeräte zum Einsatz kommen (z. B. Tablet-PCs oder Smartphones).

Zunehmend werden an bayerischen Schulen auch Notebook-Klassen eingerichtet. Dabei nutzen die Schülerinnen und Schüler das Notebook, Netbook oder ein anderes mobiles Endgerät als persönliches Lernwerkzeug, das an verschiedenen Lernorten (zu Hause und im Klassenverband) zur Verfügung steht. Die Beschaffung dieser mobilen Endgeräte erfolgt durch die Eltern oder die Ausbildungsbetriebe und gehört insoweit nicht zum Sachaufwand der Schule. Dennoch soll das Einvernehmen mit dem Sachaufwandsträger hergestellt werden, da die Einrichtung von Notebook-Klassen eine technische Infrastruktur (siehe auch Schulhausvernetzung, Abschnitt 4b, Seite 13) voraussetzt:

- Flexibler Netzzugang im Klassenzimmer
- Möglichkeit zur sicheren Aufbewahrung der Notebooks in der Klasse
- Möglichkeit zum Laden der Akkus bzw. Anschluss an das Stromnetz
- Projektionsmöglichkeit im Klassenraum

Ein vom Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung und der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung eingerichteter Arbeitskreis befasste sich mit Fragestellungen rund um Notebook-Klassen. Die Ergebnisse sind unter <http://notebook-klassen.schule.bayern.de> 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, Schülerdatei, Kollegstufendatei, Lehrerdatei, Stundenplan, Vertretungsplan, Sachmittelverwaltung oder Verwaltung des Bibliotheksbestands sind je nach Einsatzumfang eigene Arbeitsplätze mit entsprechender Peripherie (siehe auch Abschnitt 4c, Seite 14) erforderlich. Als Drucker werden in der Schulverwaltung in der Regel Laserdrucker (siehe auch Abschnitt 4i, Seite 18) 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 20).

Bei Neuanschaffungen sollten auch die Möglichkeiten des neuen Schulverwaltungsprogramms ASV (Amtliches Schulverwaltungsprogramm) bedacht werden, das vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus 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 14, 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 Abschnitt 4e, Seite 16, und den im KMS vom 8. Dezember 2009 Nr. I.3-5 O 1372.0/48/10 geschilderten Hardwareanforderungen orientieren. Dabei wird klargestellt, dass nicht alle an den Schulen erhobenen Daten mit dem Programm ASV verarbeitet werden müssen und dass nicht alle in ASV gespeicherten Daten in das ASD-Verfahren eingehen. Deshalb muss das Schulverwaltungsprogramm ASV nicht für alle Verwaltungsaufgaben an den Schulen verpflichtend eingesetzt werden (siehe BayEUG Art. 85 Abs. 1 Satz 5).

Einen Überblick über das Programmsystem sowie die Installationsarten beinhaltet das KMS vom 5. Mai 2008 Nr. I.6-5 O 1372.0/48/5.

### **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 eines Grundbestandes der erforderlichen Programme beschafft werden. So ist es z. B. sinnvoll, einen Rechnerraum in einem Zug vollständig mit Hardware und Software auszustatten. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass Software-Beschaffungen zu einem späteren Zeitpunkt wegen der raschen Weiter-

entwicklung in der Regel höhere Hardware-Voraussetzungen erfordern und dadurch unnötige Mehrkosten entstehen. Bei Ersatzbeschaffungen muss 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 ist eine Berücksichtigung didaktischer Notwendigkeiten. In so begründeten Einzelfällen können auch der Kauf spezieller Peripherie und zusätzlicher Hardware oder sogar eine vorzeitige Ersatzbeschaffung erforderlich sein.

Ebenso müssen ergonomische Anforderungen und die Einhaltung der Umweltrichtlinien berücksichtigt werden (siehe auch Abschnitt 4a, Seite 12).

### **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. Der Erwerb gebrauchter Hardware ist dabei wie bei einer Neuanschaffung einer kritischen Prüfung nach dem Gebot der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit unter Berücksichtigung aller verbundenen Folgekosten zu unterziehen. In der Praxis zeigt sich häufig, dass ausgemusterte oder heterogene Hardware den Aufwand für Service und Support erhöht. Deshalb müssen auch Gebrauchtrechner bestimmte Mindestanforderungen erfüllen. Unter der Maßgabe, dass das Angebot wirtschaftlich vertretbar ist, sollte eine Restlaufzeit von mindestens zwei Jahren möglich sein. Geht man von einer Gesamtnutzungsdauer von fünf Jahren aus, kann als Richtschnur das Votum dienen, das drei Jahre vor der Anschaffung des Gebrauchtcomputers aktuelle Gültigkeit hatte. Dies bedeutet neben den dort aufgeführten Spezifikationen in jedem Fall die volle Funktionsfähigkeit des Gerätes einschließlich der Lizenzen für das Betriebssystem, eine neue Gewährleistung gemäß BGB sowie eine Rücknahmeverpflichtung des Anbieters. Empfehlenswert ist, dass die Geräte aus einer Baureihe stammen, wenn ein ganzer Rechnerraum damit ausgestattet werden soll.

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 300.000 Rechner (davon etwa 29.000 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. Detaillierte Informationen zum Stand der IT-Ausstattung der Schulen finden sich unter <http://www.schule.bayern.de/schulverwaltung/statistiken-it-ausstattung>.

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 Staatsministerium für Unterricht und Kultus 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 [http://alp.dillingen.de/service/it/KMBek\\_Systembetreuung.pdf](http://alp.dillingen.de/service/it/KMBek_Systembetreuung.pdf)).

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 unten).

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 (net@school) werden allen Systembetreuerinnen und Systembetreuern Fortbildungen zu „Grundlagen der Schulvernetzung“, „Microsoft-Windows-Netzwerke“, „Linux-Netzwerke“ und „Sichere Internetanbindung von 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 oder IT-Auszubildende 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 5, Augenabstand zum Monitor mind. 45 cm)
- Blickrichtung und Blickhöhe (Vermeidung von Reflexionen und Spiegelungen, Oberkante des Bildschirms unterhalb der Augenhöhe)

Der Beraterkreis weist ausdrücklich darauf hin, dass die „EU-Richtlinie über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten“ 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 28) dargestellt.

Ebenso sind *Umweltrichtlinien* zu beachten:

- Lebensdauer von IT-Komponenten mindestens fünf Jahre
- Verwendung FCKW-freier Kunststoffe
- recyclinggerechte Konstruktion (VDI-Richtlinie 2243)
- Umweltprüfzeichen Blauer Engel (RAL-UZ 78, beinhaltet Energy Star), bei Displays TCO Certified Displays 5
- 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

Um den Aufwand für die Wartung und Systembetreuung leistbar zu halten, sollten alle Computer baugleich sein. Beim Austausch defekter Geräte sollte darauf geachtet werden, dass ein vorhandenes Systemimage weiterverwendet werden kann (Image-Stabilität).

Die *Gewährleistung durch den Fachhändler* sollte bei sämtlichen Baugruppen für einen Zeitraum von mindestens 36 Monaten gegeben sein (Vor-Ort-Service während der Gewährleistungsfrist, ansonsten Bring-In-Service).

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**

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.

Zur Anbindung der Clients empfiehlt der Beraterkreis eine Twisted-Pair-Verkabelung mit Fast-Ethernet-Protokoll (100 MBit/s), im Backbonebereich wird Gigabit-Ethernet (1 GBit/s) empfohlen. Fileserver sollten ebenfalls über Gigabit-Ethernet angeschlossen werden. Bei mehreren Rechnerräumen oder zur zusätzlichen Anbindung von Fachräumen oder Klassenzimmern wird eine strukturierte Verkabelung mit entsprechenden Verteilerkomponenten empfohlen. Die Planungsrichtlinien für Kommunikationsnetze sind zu beachten (siehe Literaturhinweise). Bei Neu- und Umbauten ist die Infrastruktur für eine *Schulhausvernetzung* möglichst aller Räume einzuplanen und zumindest bauseitig (z. B. Kabelschächte) zu realisieren.

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 Übertragungreichweite 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. Über externe Client-Adapter können auch Desktop-PCs an ein Funknetz angebunden werden. Die Datenübertragung in Funknetzen soll verschlüsselt erfolgen, damit der Zugriff nur für autorisierte Personen möglich ist.

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](http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/elektromagnetische_felder/moderne_kommunikation/Bluetooth_WLAN.html) sowie <http://www.bfs.de/elektro/papiere/Anhoerung.pdf>).

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 ge-

eignete 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.

Beim Einsatz von Notebooks kann eine Funkanbindung an das Schulnetz sinnvoll und wirtschaftlich sein. Bei ortsfesten Computern (z. B. im Rechnerraum) ist in der Regel eine kabelgebundene Lösung vorzuziehen.

Eine weitere Alternative oder Ergänzung zur strukturierten Verkabelung stellt die Powerline-Technologie dar. Dabei werden zur Datenübertragung vorhandene Stromnetze, Antennennetze oder Telefonleitungen verwendet. 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 300 Mbit/s. Da der Verlauf der Stromleitungen meist nicht bekannt ist, muss die Verbindung in jedem Einzelfall getestet werden.

Soll Powerline alternativ zu einer strukturierten Verkabelung verwendet werden, ist eine systematische Netzplanung erforderlich.

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.
- Das Serverbetriebssystem muss es ermöglichen, Benutzerrechte so zu vergeben, dass unberechtigte Zugriffe oder unberechtigte Veränderungen der Daten verhindert werden (Datensicherheit).
- Zentrale Übergänge müssen vorhanden sein, die z. B. den Ausdruck von allen Schülerarbeitsplätzen aus über zentrale Drucker bzw. den Zugriff auf elektronische Kommunikationsdienste erlauben.
- Vorhandene Recherausstattungen müssen in das anzuschaffende Netz einbindbar sein (insbesondere 10 MBit/100 MBit/1 GB-Übergang). Dies muss ebenfalls für nachzubeschaffende Rechner gelten.
- Es wird dringend empfohlen, mit der Planung, der komplexen Installation, der Wartung sowie der Reparatur einen Fachhändler zu beauftragen, wobei darauf zu achten ist, dass dieser 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.

### 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 200 empfohlen (gemessen unter Windows 7, 64 bit),

Dies erreicht man beispielsweise mit einem gut konfiguriertem System mit Intel Core i5-650 3,2 GHz-Prozessor oder AMD Phenom II X4 965 3,4 GHz-Prozessor mit 4 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: 4 GB Hauptspeicher (ausbaubar mit gängigen Bausteinen, ohne Austausch der vorhandenen Bausteine), PXE-fähiger Netzwerkanschluss, Festplatte, gegebenenfalls DVD-Laufwerk bzw. DVD-Brenner, ausreichend dimensionierte Stromversorgung, standardmäßige Schnittstellen (mindestens USB, Sound). Grafikkarte, 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 48 cm (19") stellen eine preisgünstige Einstiegsklasse dar. Ergonomischer und nur geringfügig teurer sind TFT-Farbmonitore mit einer Bildschirmdiagonale von 56 cm (22"). Hierbei ist besonders auf Qualität (z. B. mechanischer Aufbau, Pixelfehler, Empfindlichkeit gegen Druck oder Kratzer), und ergonomische Gesichtspunkte (zertifiziert nach TCO Certified Displays 5, Power-Management-Technologie, Reaktionszeit <10ms, Kontrast mind. 500:1, Helligkeit mind. 250 cd/m<sup>2</sup>) 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, aktive Lautsprecher, ein gut lesbarer Bildschirm in TFT-Technologie (WXGA-Auflösung mit 15,4" und 1280 x 800 Pixel oder 15,6" und 1366 x 768 Pixel) ggf. mit matter Oberfläche, ein geeignetes Power-Management (Mobile-Technologie) sowie Netzwerkschnittstellen (Ethernet und Wireless) erforderlich.

Netbooks mit einer Display-Größe von 9-10" sind von ihrer Leistungsfähigkeit ausreichend für Office- und Internetanwendungen. Neben der geringen Displaygröße ist die relativ kleine Tastatur und das fehlende optische Laufwerk zu beachten. Die Akkulaufzeit von Netbooks ist mit 6-8 Stunden deutlich länger als bei üblichen Notebooks.

Tablet-PCs basieren auf einem Notebook oder Netbook und haben zusätzlich einen interaktiven Bildschirm (Touchscreen). Sie ermöglichen dadurch neben der Tastatur oder Maus auch Eingaben über einen Stift und mit geeigneter Software eine Handschrifterkennung.

#### **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 empfohlen. Auf Grund der weiten Verbreitung sind hier mit Gerätetreibern und Anwendungsprogrammen die geringsten Probleme zu erwarten. Bei 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 7 in Computerräumen und zur Aktivierung von Computern bei Windows 7 werden von der Akademie Dillingen angeboten (siehe <http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien>).

Bei Gebrauchtcomputern wird Windows XP Professional mit SP3 (Produktunterstützung durch Microsoft bis 2014) empfohlen.

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.

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

#### 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 4 GB betragen. Zudem muss der Rechner mit einem 100/1000 MBit/s-Netzadapter ausgerüstet sein. Die Festplatte von hervorragender Qualität benötigt ausreichende Kapazität (mindestens 500 GB) 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).

Ausschlaggebend für die *Leistungsfähigkeit* eines Servers ist die Feinabstimmung aller betroffenen Komponenten. Festplatte, Zwischenspeicher (Cache), Hauptspeicher, Bus-System, Prozessor müssen in ihren Leistungsmerkmalen eng aufeinander abgestimmt sein, um einerseits eine optimale Funktion zu gewährleisten und andererseits teure Fehlinvestitionen zu vermeiden.

#### 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 16).

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.

Eine Alternative zu eigenständigen Clients stellen die Konzepte mit *Terminalservern* dar. Diese erlauben neben der Nutzung von Thin-Clients (reine Terminals) die Einbindung verschiedener, auch älterer, Rechner sowie sogar anderer Rechnerwelten (z. B. Macintosh). 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. 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 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.

#### **g) 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. Bandlaufwerke sollten zur Datensicherung auch aus diesen Gründen nicht mehr beschafft werden.

Bei der Datenarchivierung muss vor allem auf die Langlebigkeit der verwendeten Technik und der Medien geachtet werden. Dafür eignen sich bei kleinen Datenmengen CD-Brenner, ansonsten DVD-Brenner mit zur Archivierung geeigneten Medien sowie grundsätzlich auch hochwertige mobile Festplatten.

#### **h) Internetzugang**

Ein Internet-Breitbandzugang (z. B. über ADSL oder Kabel) oder – wenn nicht verfügbar – zumindest ein ISDN-Anschluss ist heute für Schulen unverzichtbar.

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.

Der Internetzugang wird über einen Hardware-Router bzw. einen Kommunikationsserver allen Arbeitsplätzen verfügbar gemacht. Hardware-Router bieten gute Firewall-Funktionen, Kommunikationsserver bieten darüber hinaus auch die Möglichkeit, zentrale Proxy und Webfilter einzurichten.

Die Möglichkeiten zur Internetanbindung sind ausführlich in der Broschüre "Sichere Internetanbindung von Schulen" (siehe auch Abschnitt 8, Seite 28) dargestellt.

#### **i) Drucker**

Drucker sind unentbehrliche Ergänzungen der Rechnerausstattung einer Schule. Als *zentraler Drucker* ist ein *schneller netzwerkfähiger Monochrom-Seitendrucker* (Laserdrucker) empfehlenswert.

Dabei ist ein entsprechend hoher Speicherausbau (mindestens 32 MB) zu berücksichtigen. Bei der Beschaffung sind die Verbrauchskosten zu beachten (Preis für eine Ersatzkartusche pro Anzahl der Seiten). Bei Monochrom-Seitendruckern betragen diese 0,01 - 0,03 Euro/Seite.

Netzwerkfähige Farblaserdrucker entsprechen in den Anschaffungskosten etwa den monochromen Laserdruckern, sind aber bei Schwarz-Weiß-Druck im Seitenpreis geringfügig teurer (Verbrauchskosten 0,02 - 0,03 Euro/Seite bei schwarz-weißem Textdruck). Sie eignen sich, wenn im Netzwerk ein Farbdrucker erforderlich ist (Verbrauchskosten 0,06 - 0,10 Euro/Seite bei farbigem Textdruck, bis zu 1,- Euro/Seite bei ganzseitigem Farbdruck). In der Schulverwaltung sind auch hochwertige netzwerkfähige Kombigeräte (Drucker, Kopierer, Scanner) zu empfehlen.

Ist an einem Einzelarbeitsplatz ein Drucker erforderlich, wird dazu im Normalfall ein einfacher *Laserdrucker* oder ein *Tintenstrahldrucker* ausreichen. Die heute am Markt befindlichen Tintenstrahldrucker bieten in der Regel die Möglichkeit eines hochwertigen Farbdrucks. Allerdings sind dabei vergleichsweise hohe Verbrauchskosten zu beachten (0,05 - 0,10 Euro/Seite – bei ganzseitigem Fotodruck bis zu 2,- Euro/Seite). Die Beschaffung von Verbrauchsmaterialien sollte – insbesondere wenn bei Tintenstrahldruckern mit preisgünstigen Refill-Patronen gearbeitet wird – mit dem Sachaufwandsträger abgestimmt werden.

Ab ca. 100 Druckseiten pro Monat sind die Gesamtkosten bei einem netzwerkfähigen Farblaserdrucker günstiger als bei einem Tintenstrahldrucker.

#### **j) Großbildprojektion**

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

In Rechnerräumen werden fest installierte eigenständige Projektionsgeräte (Beamer mit Metallampflampen) in Verbindung mit einer passenden Projektionsfläche empfohlen, in Fachräumen und Klassenzimmern alternativ interaktive Whiteboards, wobei gegebenenfalls für mehrere Klassenräume auch fahrbare Einheiten in Frage kommen. Hierbei ersetzen Beamer, PC, interaktive Whiteboards und gegebenenfalls Dokumentenkameras (Visualizer) zunehmend bisherige konventionelle Geräte wie Videorekorder, DVD-Player, Overhead-Projektoren und eventuell Wandtafeln.

Als Beamer werden derzeit XGA-Geräte (1024 x 768 Punkte, 4:3-Bildformat) oder WXGA-Geräte (1280 x 800 Punkte, 16:10-Bildformat) ab ca. 2500 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. 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.

Interaktive Whiteboards sind über einen Computer mit einem Beamer verbunden. Sie können als Projektionsfläche und als Tafel verwendet werden und ermöglichen dadurch eine direktere Beobachtung der Interaktion mit grafischen Bedienoberflächen. In diesem Bereich werden zunehmend weitere Lösungen entwickelt. 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 Tafelformat, zu erwerben. Die sinnvolle Nutzung interaktiver Whiteboards setzt eine entsprechende Schulung und Einarbeitungszeit zum Erwerb der notwendigen technischen und didaktischen Kompetenzen bei den Lehrkräften voraus.

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.

### **k) 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.
- 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, Digitalkamera oder Videoausrüstung 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
- Einfache, programmierbare Robotiksysteme für den Unterricht zu den Themen Robotik und Sensorik; Interface zum Übertragen der Programmdateien vom PC zu dem Robotiksystem
- 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 Förderschulbereich 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. Entsprechendes gilt für Schulen mit dem Schulprofil „Inklusion“. Nähere Informationen sind bei den Fachberatern für Förderschulen erhältlich.

## **1) 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 nicht behindern.

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 sollte 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 23). 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.

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 28).

### **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. 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 (<http://www.schule.bayern.de/it-beratung/iuk-technik/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.

#### **c) 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.

**d) 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 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.

**e) Virenschutz:**

Für unverzichtbar hält der Beraterkreis einen *Viren-Scanner* (mit regelmäßiger Update-Möglichkeit) auf allen Clients und Servern zur automatischen Überprüfung aller von transportablen Medien oder aus dem Internet geladenen Dateien. Ebenso wichtig ist die regelmäßige Installation von *Sicherheitsupdates* und vor allem die Sensibilisierung und Schulung der Anwender.

**f) Notebooks, Netbooks oder mobile Datenträger:**

Bei persönlichen Notebooks, Netbooks 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 Virenschanner erreichen.

**g) 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. In der Nutzungsordnung sollte auch auf mögliche Urheberrecht-Verletzungen im Umgang mit dem Internet (Upload bzw. Download von Dateien) hingewiesen werden. (Beispiele hierzu sind unter <http://lehrer-online.de> – Suchbegriff: Nutzungsordnung – verfügbar.) Auch in den aktuell überarbeiteten „rechtlichen Hinweisen zur Nutzung des Internets an öffentlichen Schulen“, die unter <http://www.km.bayern.de/ministerium/recht.html> abgerufen werden können, ist ein „Muster für eine Nutzungsordnung der Computereinrichtungen mit Internetzugang an Schulen“ enthalten.

#### **h) 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; kein Zugriff aus dem Internet auf den Verwaltungsbereich; 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.

Eine detailliertere Zusammenstellung von Schutzmaßnahmen ist auch in den erläuternden Hinweisen für die Schulen zum Vollzug des Bayerischen Datenschutzgesetzes vom 19. April 2001 (KWMBI I 2001 S. 112), geändert durch Bekanntmachung vom 10. Oktober 2002 (KWMBI I Nr.20/2002 S.354) enthalten (siehe:

[http://www.datenschutz-schule-bayern.de/userfiles/erlaeuternde\\_hinweise.pdf](http://www.datenschutz-schule-bayern.de/userfiles/erlaeuternde_hinweise.pdf)). Diese Zusammenstellung wird derzeit überarbeitet.

## **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.

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, insbesondere im Office-Bereich, 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 7g, Seite 27). Der Einsatz der Software begründet im Einzelfall die Hardwareanforderungen.

Eine Bewertung kommerziell angebotener interaktiver multimedialer CD-ROMs für den Unterricht findet sich in der i-CD-ROM-Datenbank (<http://www.i-cd-rom.de>) und 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 Vorgehen bei der Erstellung eines lauffähigen Programms stehen dabei im Hintergrund. 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.

Im fortgeschritteneren 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 freie Entwicklungsumgebung BlueJ ist in dieser Hinsicht zurzeit für den Schuleinsatz sehr gut geeignet.

Für Realschulen steht kostenlos die Software-Entwicklungsumgebung SemiOOS zur Verfügung, die es erlaubt, einfache objektorientierte Programme zusammenzustellen (siehe [http://www.realschule-kaufbeuren.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=144&Itemid=63](http://www.realschule-kaufbeuren.de/index.php?option=com_content&view=article&id=144&Itemid=63)).

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 Open-Office-Impress, Star-Office-Impress, Power-Point sowie HTML-Editoren.

### **d) Lernplattformen**

Neben dem reinen Informationsabruf aus dem Internet werden von Schulen auch zunehmend 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 allerdings besonders die datenschutzrechtlichen Vorgaben zu beachten, insbesondere gemäß Anlage 10 der Verordnung zur Durchführung des Art. 28 Abs. 2 BayDSG, vgl. auch KMS „Lernplattformen“ vom 4. März 2009 Nr. I.3-5 L 0572.0/2/3 und vom 18. August 2010 Nr. I.5-5 L 0572.2/28/16. Derzeit stehen den Schulen zentrale Plattformen wie Teamlearn (<http://www.teamlearnlive.de>), lo-net<sup>2</sup> (<http://www.lo-net2.de>) und zunehmend auch regional eingerichtete Moodle-Server zur Verfügung, wie zum Beispiel Digitale Schule Bayern (<http://www.digitale-schule-bayern.de>) oder die Moodle-Initiative der Gymnasien (<http://www.bayernmoodle.de>), der Realschulen (<http://www.brn-moodle.de>) sowie weitere schulartspezifische Lösungen. Die Ergebnisse einer im April 2008 an der Akademie Dillingen durchgeführten Aussprachetagung zu Lernplatt-

formen 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 200, 4 GB Arbeitsspeicher, on-board-Grafik, Netzanschluss, Soundanschlüssen, lokaler Festplatte 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 i5-650 3,2 GHz-Prozessor oder AMD Phenom II X4 965 3,4 GHz-Prozessor und mit 4 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 Protektor-Software ist ein Preis von ca. 25,- Euro anzusetzen.

### **b) Transportable Rechner für wechselnde Einsatzorte**

Für ein Business-Notebook mit einem Leistungsindex nach Sysmark Sysmark 2007 von 170 (z. B. Intel Core i5-560M, 2x2,66 GHz-Prozessor oder AMD Phenom II N830, 3x2,1 GHz-Prozessor), 4 GB Hauptspeicher, 15,6" TFT-Bildschirm, WXGA-Auflösung 1366x768, 4 Std. Akkulaufzeit, 250 GB-Festplatte, DVD-Brenner, Ethernet und Wireless-Schnittstelle, integrierten Lautsprechern und Notebook-Tasche sind ca. 850,- Euro anzusetzen.

Ein Netbook mit Intel Atom N550 1,5 GHz Dual-Core-Prozessor, 9-10" TFT-Bildschirm, WXGA-Auflösung 1280x800, 6-8 Std. Akkulaufzeit, 2 GB Hauptspeicher, 250 GB Festplatte, (ohne opt. Laufwerk,) Ethernet- und Wireless-Schnittstelle und integrierten Lautsprechern kostet ca. 350,- Euro. Ein externes optisches Laufwerk zur Installation von Software kostet ca. 80 Euro.

Der Preis eines Tablet-PCs mit interaktivem Bildschirm (Touchscreen) liegt ca. 100 – 200 Euro über dem Preis eines vergleichbaren Notebooks oder Netbooks.

### **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), 4 GB Hauptspeicher, SATA-RAID mit zwei 1 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. 200,- Euro.

Als Server zur Virtualisierung von Serversystemen (z. B. ESXi-Server) kommt z. B. ein Rechner mit Intel Xeon X3470 2,93 GHz, Turbo HT, 16 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 1024 x 768 Punkten oder 1280 x 800 Punkten und einer Lichtstärke von 2500 Ansi-Lumen) zu rechnen. Eine Ersatzlampe (Lebensdauer ca. 3 Jahre) kostet ca. 400,- Euro.

### **e) Internetzugang**

Ein ISDN- oder ein ADSL-Anschluss ist mit einmaligen Kosten von 100,- Euro verbunden. ISDN- oder ADSL-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.

### **f) 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.

### **g) Software**

Sowohl Standardsoftware als auch pädagogische Software ist zunehmend als freie oder für Schulen kostenlose Software erhältlich. Mit Open Office steht den Schulen ein vollständiges Office-Paket kostenfrei zur Verfügung. Eine Übersicht mit weiterer freier oder kostenloser Software zur Grundausstattung für Schulen ist unter <http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien> zusammengestellt.

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/>). Weitere Software steht für bayerische Schulen über <http://www.schule.bayern.de/unterricht> zur Verfügung.

Für den Kauf der nötigen Grundausstattung 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.

#### **h) Rechnerraumausstattung**

Ein Rechnerraum einer Schule gemäß diesem Votum kostet bei einer Grundausstattung 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 Grundausstattungskosten 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 der Bayerische Schulserver (<http://www.schule.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 15. Oktober 2009 Az.: III.4-5 S 1356-5.625 „Medienbildung – Medienerziehung und informationstechnische Bildung in der Schule“ (<https://www.verkuendung-bayern.de/kwmb1/jahrgang:2009/heftnummer:20/seite:358>)
- Votum 2010 des Beraterkreises für Schulrechner mit einer Musterausschreibung für Hardwarebeschaffungen, ALP Dillingen 2010 (<http://www.schule.bayern.de/votum>)
- Sichere Internetanbindung von Schulen, ALP Dillingen 2010 ([http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/Sichere\\_Internetanbindung\\_I.pdf](http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/Sichere_Internetanbindung_I.pdf))
- Planungsrichtlinien für Kommunikationsnetze, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, München 2010 (<http://alp.dillingen.de/service/it/Planungsrichtlinien.pdf>)
- Einfaches und sicheres Schulnetz, IT-Einsatz und Internet Policy an Österreichs Schulen, Österreichisches Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur ([http://www.elearningcluster.com/pdf\\_s/erlass\\_08.pdf](http://www.elearningcluster.com/pdf_s/erlass_08.pdf))
- Das Lean-LAN – zeitgemäße Netzwerke in Schulen, Frankfurt, Dillingen 2006 (<http://alp.dillingen.de/service/it/lean-lan.pdf>)

## Votum 2011

- 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](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](http://alp.dillingen.de/service/it/I_650.pdf))
- 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: Schulbibliothek)
- Internetfilterung für Schulen (<http://www.schule.bayern.de/it-beratung/iuk-technik/internetfilterung> )
- Computereinsatz im Fachunterricht (<http://www.schule.bayern.de/unterricht/schulfaecher>)
- Elektronische Hilfsmittel für Behinderte und Kranke (<http://www.elecok.de>)
- Kommentierte Linksammlung zum Kinder- und Jugendmedienschutz (<http://www.medieninfo.bayern.de>, Suchbegriff: Jugendmedienschutz)
- Leseforum Bayern, Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, (<http://www.leseforum.bayern.de>)
- Datenschutz in der Schule (<http://www.datenschutz-schule-bayern.de> )
- Rechtliche Hinweise zur Nutzung des Internets an öffentlichen Schulen (Stand: April 2009) ([http://www.km.bayern.de/download/500\\_hinweise\\_internetnutzung\\_an\\_oeff\\_schulen.pdf](http://www.km.bayern.de/download/500_hinweise_internetnutzung_an_oeff_schulen.pdf) (wird derzeit überarbeitet) )
- Dokumentation zur Aussprachetagung „Lernplattformen“ (<http://alp.dillingen.de/service/it/Bericht-Aussprachetagung-Lernplattformen.pdf>)
- Digitales Lehren und Lernen – Handreichungen für Lehrkräfte, Akademie Dillingen, ISB München (<http://dll.schule.bayern.de/>)
- Freie und kostenlose Software zur Grundausstattung für Schulen ([http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/Freie\\_Software.pdf](http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/Freie_Software.pdf))

München, Dezember 2011

gez.

Georg Schlagbauer  
Studiendirektor