Bayerisches Staatsministerium für
Unterricht und Kultus

Beraterkreis für Schulrechner

Votum 2010

Empfehlungen
zur IT-Ausstattung von Schulen

Beraterkreis für Schulrechner
des Bayerischen Staatsministeriums
für Unterricht und Kultus

Votum 2010

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
und erfahrenen Lehrkräften

Dillingen, Dezember 2010

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 2010 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, Beratungs- und Fortbildungsangebote ... 4
   b) Einsatzgebiete von IT-Systemen in der Schule ... 6
   c) Einsatzorte von IT-Systemen in der Schule ... 7
3. Hinweise zur Beschaffung, Organisation und Betreuung von IT-Systemen ... 9
   a) Mindestanforderungen ... 9
   b) Gebrauchtrechner und Leasing ... 10
   c) Schutzmaßnahmen ... 10
   d) IT-Systemlösungen für Schulen ... 13
   e) Systembetreuung ... 13
4. Aussagen zur Empfehlung von IT-Systemen ... 15
   a) Allgemeine Voraussetzungen ... 15
   b) Vernetzung der Rechner, Schulhausvernetzung ... 16
   c) Arbeitsplatzrechner ... 18
   d) Arbeitsplatzbetriebssysteme ... 18
   e) Rechner als Server im Netz ... 19
   f) Serverbetriebssysteme ... 19
   g) Systeme zur Datensicherung ... 20
   h) Internetzugang ... 20
   i) Drucker ... 21
   j) Großbildprojektion ... 21
   k) Spezielle Peripherie ... 22
5. Aussagen zur Anwendersoftware ... 22
   a) Standardsoftware, Branchensoftware, Pädagogische Software ... 23
   b) Programmierumgebungen ... 23
   c) Autorensysteme und Präsentationsprogramme ... 24
   d) Lernplattformen ... 24
6. Aussagen zu angebotenen Geräten und Programmen ... 25
   a) Arbeitsplatzrechner ... 25
   b) Transportable Rechner für wechselnde Einsatzorte ... 25
   c) Server ... 25
   d) Beamer ... 26
   e) Internetzugang ... 26
   f) Drucker ... 26
   g) Software ... 26
   h) Rechnerraumausstattung ... 26
7. Weiterführende Literaturhinweise ... 27

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 Fachunterricht und für einen erfolgreichen Unterricht in Informatik. 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 Aufwandsträger 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. Das aktuelle Votum berücksichtigt diese Entwicklungen.

Zur Vorbereitung hat das Staatsministerium die notwendigen Informationen durch Firmenkontakte, Messebesuche, Erfahrungsberichte von Schulen sowie durch Testberichte gewonnen und dem Beraterkreis in der Besprechung am 5. Oktober 2010 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 Rechnertypen 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, Beratungs- und Fortbildungsangebote

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.medienschulen.bayern.de):

- Zielsetzung unter Berücksichtigung der Einsatzgebiete (vgl. Buchst. b, Seite 6) und Einsatzorte (vgl. Buchst. c, Seite 7)
- 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
- Finanzierung
- Einführung und Schulung

- Betreuung und Wartung
- Evaluation

Das Planungsteam prüft mittelfristige Realisierungsmöglichkeiten und verfolgt die konkrete Umsetzung. Es muss dazu mindestens aus Vertretern der Schulleitung, des Aufwandsträgers 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-Consultants, 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, Ausschalten 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 zu beachten. Gegebenenfalls muss vor einer weiteren Planung auf diese Evaluation zurückgegriffen werden.

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/beratung/iuk).

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).

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/beratung/iuk)
- 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 3e, Seite 13, 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.

b) 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 z. B. 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: http://www.km.bayern.de/km/aufgaben/medien/schule_grundlagen); die schulartspezifische Konkretisierung erfolgt in den Stundentafeln und Lehrplänen, wobei heute IT-Systeme prinzipiell in nahezu allen Unterrichtsfächern eingesetzt werden.

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

Dabei wird in Informatik, Datenverarbeitung und Informationstechnik in der Regel ein unmittelbarer Computerbezug hergestellt. In den 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.

c) Einsatzorte von IT-Systemen in der Schule

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

Zusätzlich sind die Einsatzmöglichkeiten in der Schulverwaltung zu beachten (Verwaltungsnetz).

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 18, 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 Fach-unterrichts 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 haben sich an den Schulen *transportable Rechner* (z. B. Notebook für die Lehrkraft) oder *fahrbare Einheiten* bestehend aus Multimediarechner, Beamer und einem Drucker bewährt. Diese Einheiten sollten über eine Hausvernetzung (siehe auch Abschnitt 4b, Seite 16) mit dem Rechnernetz der Schule verbunden werden können.

Soll *allen 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 Smart-Phones).

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 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 16) 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.

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 18) erforderlich. Als Drucker werden in der Schulverwaltung in der Regel Laserdrucker (siehe auch Abschnitt 4i, Seite 21) 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 *eigenständige* Vernetzung dieser Rechner mit eigenem Server sinnvoll (siehe auch Abschnitt 4e, Seite 19). Eine leistungsfähige eigene Verbindung der Verwaltungsrechner mit dem Internet ist unerlässlich. Bei Vernetzung und Internetzugang sind entsprechende Schutzmaßnahmen erforderlich (siehe auch Abschnitt 3c, Seite 10).

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 18, 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 eigenständige Vernetzung dieser Rechner notwendig (Hinweise zur Vernetzung siehe Abschnitt 4b, Seite 16). Die Vernetzung über WLAN oder Powerline wird im Verwaltungsnetz aus Gründen der Zugriffssicherheit nicht empfohlen. 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 19, 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 sondern nur die Grundfunktionalitäten (z. B. Verwaltung der Klassen und Schüler, Planung und Verteilung des Unterrichts und des Lehrereinsatzes, Bericht zur Unterrichtssituation, Verwaltung der Abschlussprüfungen) müssen mit ASV verwaltet werden. Weitere Funktionalitäten des ASV-Programms – wie beispielsweise die Notenverwaltung, die Zeugniserstellung oder die Stundenplanunterstützung – stellen einen Service dar, den die Schulen nutzen können, aber nicht müssen.

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, Organisation 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 Aufwandsträger,
- 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 (Musterausschreibung: siehe Literaturhinweise).

Bei Neuanschaffungen sollte das IT-System komplett einschließlich eines Grundbestandes der erforderlichen Programme gekauft werden. So ist es z. B. notwendig, 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 Weiterentwicklung 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 nicht technische Aspekte im Vordergrund stehen. Von ausschlaggebender Bedeutung ist eine Berücksichtigung von didaktischen 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 15).

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 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) 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 daher für notwendig, die schulischen Rechneranlagen durch entsprechende *Schutzmaßnahmen* zu sichern (siehe auch Broschüre "Sichere Internetanbindung für Schulen" Abschnitt 7, Seite 27).

Firewall:

Der Datentransfer aus dem Internet soll durch eine *Firewall* (z. B. Router, Proxy-Server, Software-Lösung) abgesichert werden, auch wenn damit kein vollständiger Schutz vor unerwünschten Zugriffen möglich ist. Entscheidend für einen möglichst guten Schutz ist, dass nur die notwendigen Ports für die Verbindung ins Internet offen sind und dass die Firewall nur Datenpakete aus dem Internet zulässt, die aus dem internen Netz angefordert wurden.

DSL-Router sind standardmäßig meist so konfiguriert, dass sie einen relativ guten Schutz gegen Angriffe aus dem Internet bieten, jedoch alles zulassen, was aus dem internen Netz initiiert

wird. Hier sollten zumindest zusätzlich die nicht benötigten Ports gesperrt werden und DSL-Router gegen Manipulationen aus dem internen Netz gesichert werden.

Virenschutz:

Für unverzichtbar hält der Beraterkreis einen *Viren-Scanner* (mit regelmäßiger Update-Möglichkeit) 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.

Filter:

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. 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/beratung/iuk/filter).

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, pädagogisch zu wirken.

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.

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 Virenscanner erreichen.

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/km/schule/recht/bekanntmachungen abgerufen werden können, ist ein „Muster für eine Nutzungsordnung der Computereinrichtungen mit Internetzugang an Schulen“ enthalten.

Zugriffssicherheit:

Da die Computerausstattung an der Schule einen beträchtlichen Wert darstellt, sind in Räumen mit PCs besondere Schutzmaßnahmen zu empfehlen, z. B. Einbruchssicherheit, Wegsperren teurer Zusatzgeräte, Benutzerlisten.

Die zentralen Komponenten eines Schulnetzes (z. B. Router, Switche, Server) sollten besonders geschützt werden, z. B. durch einen separaten Serverraum oder in abschließbaren Verteilerschränken.

Administrative Zugänge zu den zentralen Komponenten im Netzwerk sind besonders zu schützen.

In einem Funknetz sollten Daten nur verschlüsselt übertragen werden.

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 unautorisierten Personen ein Zugriff auf personenbezogene Daten und die zugehörigen Programme nicht möglich ist. Die Verantwortung hierfür liegt bei der Schule.

Ein optimaler Schutz wird in der *physikalischen Trennung* der Verwaltungsbereiche und der Unterrichtsrechner gesehen. Netze für Schulverwaltung und Unterricht sind aber zumindest *logisch* zu trennen (z. B. Teilnetze mit gesicherten Übergängen). Bei einer EDV-gestützten Verwaltung von Lehrerdaten ist gemäß der Dienstvereinbarung mit dem Hauptpersonalrat eine Vernetzung mit anderen EDV-Systemen nicht erlaubt (siehe: http://www.datenschutz-schule-bayern.de). Von der Nutzung von WLAN oder Powerline in Verwaltungsnetzen wird abgeraten (siehe auch Abschnitt 2c Schulverwaltung, Seite 8).

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; personenbezogene Protokollierung der Internetzugriffe (siehe Nutzungsordnung); zeitlich begrenzter Wahl-Zugang zum Internet, keine nach außen bekannte, feste IP-Adresse; Nutzung eines Mail-Servers mit Spamfilter und Virenschutz; regelmäßige Installation von Sicherheitsupdates; 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 (KWMBl I 2001 S. 112), geändert durch Bekanntmachung vom 10. Oktober 2002 (KWMBl I Nr.20/2002 S.354) enthalten (siehe: http://projekte.isb.bayern.de/datenschutz).

d) 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. 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 5.d). 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).

e) Systembetreuung

Der Ausstattungsgrad an den bayerischen Schulen hat in den vergangenen Jahren einen hohen Stand erreicht. Insgesamt sind rund 290.000 Rechner vorhanden davon etwa 28.000 im Bereich der Schulverwaltung, die in der Regel in ein lokales Netz integriert sind. Ebenso nutzen nahezu alle Schulen einen Telekommunikationsanschluss, wobei die weiterführenden Schulen über-

wiegend 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/verwaltung/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 (KWMBl I 2000 S. 86) die Systembetreuung an den Schulen formuliert und geregelt (siehe http://www.schule.bayern.de/texte/systembetreuung.pdf).

Die *Systembetreuung* an den Schulen umfasst 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 Anrechnungsstunden 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 Entscheidung 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 03, TCO 06 oder 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 7, Seite 27) dargestellt.

Ebenso sind die *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 mindestens TCO 03
- 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* der Bibliothek, des Lehrerzimmers, der Fachräume und möglichst aller Klassenzimmer 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 von 54 Mbit/s, die sich alle an einem Access-Point angebundenen Clients teilen. Aktuelle Normen (802.11n) ermöglichen auch höhere Übertragungsraten (300 – 600 Mbit/s). Zu beachten ist, dass die Übertragungsqualität und die Übertragungsreichweite oftmals schwer einschätzbaren Umgebungseinflüssen unterliegen. Dabei wird bei schlechter Übertragungsqualität die Übertragungsrate drastisch reduziert. Über externe Client-Adapter können auch Desktop-PCs an ein Funknetz angebunden werden. Die Datenübertragung in Funknetzen sollte verschlüsselt erfolgen, damit der Zugriff nur für autorisierte Personen möglich ist.

Vor einer Entscheidung zum Einsatz von Funknetzen ist die Diskussion zum Thema Elektrosmog 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. Einen wissenschaftlichen 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/bfs/druck/infoblatt/Bluetooth_WLAN.html sowie http://www.bfs.de/elektro/papiere/Anhoerung.pdf).

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

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

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 200 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 Schüler-arbeitsplätzen aus über zentrale Drucker bzw. den Zugriff auf elektronische Kommunikationsdienste erlauben.
- Vorhandene Rechnerausstattungen müssen in das anzuschaffende Netz einbindbar sein (insbesondere 10 MBit/100 MBit/1 GB-Übergang). Dies muss ebenfalls für nachzu-beschaffende 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 Administrations-möglichkeiten 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 2004 SE* von 280 oder *Sysmark 2007* von 120 empfohlen (z. B. Pentium Dual Core E7600 3,06 GHz oder AMD Athlon II X2 255 2x3,1 GHz). Dies entspricht unter Windows 7 einem Leistungsindex von ca. 4,4 (evtl. mit Ausnahme der Spiele bzw. 3-D-Leistung). Werden die Rechner nur für Office- oder Internet-Anwendungen genutzt, reicht auch ein Celeron- bzw. Sempron-Prozessor. Folgender Ausbau sollte vorhanden sein: 4 GB Hauptspeicher (ausbaubar mit gängigen Bausteinen, ohne Austausch der vorhandenen Bausteine), PXE-fähiger Netzwerkanschluss, Festplatte, DVD-Laufwerk bzw. DVD-Brenner, ausreichend dimensionierte Stromversorgung, standardmäßige Schnittstellen (mindestens USB, Sound). Grafikchip, Soundchip und Netzwerkanschluss sind normalerweise auf dem Mainboard integriert. Das BIOS-SETUP muss mit Passwort sperrbar sein.

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

TFT-Farbmonitore mit einer Bildschirmdiagonale von 48 cm (19") stellen einen preisgünstigen Standard dar. Hierbei ist besonders auf Qualität (z. B. mechanischer Aufbau, Pixelfehler, Empfindlichkeit gegen Druck oder Kratzer), und ergonomische Gesichtspunkte (Power-Management-Technologie, zertifiziert nach TCO 03 oder TCO 06, Reaktionszeit <10ms, Kontrast mind. 500:1, Helligkeit mind. 250 cd/m^2) zu achten.

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

Bei Notebooks sind ein Festplattenlaufwerk mit mindestens 160 GB, aktive Lautsprecher, ein gut lesbarer Bildschirm in TFT-Technologie (15,4" mit WXGA-Auflösung 1280 x 800) ggf. mit matter Oberfläche, ein geeignetes Power-Management (Centrino oder Turion-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.

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 Windows XP Professional (SP3; Produktunterstützung durch Microsoft bis 2014) oder Windows 7 empfohlen. Auf Grund der weiten Verbreitung sind hier mit Gerätetreibern und Anwendungsprogrammen die geringsten Probleme zu erwarten. Bei Windows 7 wird durch die erforderliche Aktivierung auch bei Volumenlizenzen das Klonen der Softwareinstallation und damit die Einrichtung eines Computerraumes erschwert. Anleitungen zur Installation von Windows 7 in Computerräumen werden von der Akademie Dillingen angeboten (siehe http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien).

Linux mit der grafischen Bedienoberfläche 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, 2,5 GHz) empfohlen. Der Hauptspeicher sollte 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 (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 19).

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) an den Clients ist nur bedingt oder gar nicht möglich. Insbesondere ist vor der Planung einer Terminalserver-Lösung zu klären, in wie weit diese 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.

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 Internet-anbindung von Schulen“ (siehe auch Abschnitt 7, Seite 27) 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 Metalldampflampen) 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 und interaktive Whiteboards 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 Kompetenz und Einarbeitungszeit bei den Lehrkräften voraus.

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 Grafiktabletts 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 Videoausstattung im Kunstunterricht oder zum Erstellen von Multimediapräsentationen
- Kopfhörer und Mikrofon beim Einsatz als Sprachlabor oder für Multimediaanwendungen
- Hochwertige Soundkarten mit MIDI-Schnittstelle, (Master-)Keyboards und entsprechende Software im Musikunterricht
- Einfache, programmierbare Robotiksysteme für den Unterricht zu den Themen Robotik und Sensorik; Interface zum Übertragen der Programmdaten 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. Nähere Informationen sind bei den Fachberatern für Förderschulen erhältlich.

5. 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 6g, Seite 26). 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 Programmier-

sprache (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.semioos.de).

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^2 (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 Lernplattformen sind unter http://www.schule.bayern.de/beratung/iuk/lernplattformen verfügbar.

6. 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 incl. Betriebssystem mit einem Leistungsindex nach Sysmark 2004 SE von 280 oder Sysmark 2007 von 120 (z. B. Pentium Dual Core E7600 3,06 GHz oder AMD Athlon II X2 255 2x3,1 GHz), 4 GB Hauptspeicher, on-board-Grafik, Netzanschluss, Soundanschlüssen, lokaler Festplatte mit 160 GB, DVD-Brenner, Kopfhörer mit Mikrophon und 19"-TFT-Farbbildschirm ist mit einem Aufwand von ca. 700,– Euro zu rechnen. 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 2004 SE von 255 oder Sysmark 2007 von 115 (z. B. Intel Core 2 Duo P8700, 2x2,53 GHZ oder AMD Turion II M620, 2x2,5 GHz), 4 GB Hauptspeicher, 15,4" TFT-Bildschirm, WXGA-Auflösung 1280x800, 4 Std. Akkulaufzeit, 160 GB-Festplatte, DVD-Brenner, Ethernet und Wireless-Schnittstelle, integrierten Lautsprechern und Notebook-Tasche sind ca. 850,– Euro anzusetzen.

Ein Netbook mit Intel Atom N450 1,6 GHz Prozessor, 9-10" TFT-Bildschirm, WXGA-Auflösung 1280x800, 6-8 Std. Akkulaufzeit, 2 GB Hauptspeicher, 160 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.

c) Server

Für einen Server, der primär als Fileserver dienen soll, kommen Rechner mit Intel Xeon oder AMD Opteron (Quad Core, 2,5 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 X3460 2,8 GHz, Turbo HT, 12 GB DDR3-Speicher, 4x500 GB 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 6x1 TB-Festplatten (im Raid-Verbund) kostet ca. 1500 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 Firewall-Funktionen zur Anbindung von lokalen Netzen kosten 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. sogar 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/lernprogramme/ 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 Updatemöglichkeit 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.

7. Weiterführende Literaturhinweise

Die zentrale Informationsquelle für die Schulen ist der Bayerische Schulserver (http://www.schu-le.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 4) 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“ (http://www.km.bayern.de/km/aufgaben/medien/schule_grundlagen)
- Votum 2009 des Beraterkreises für Schulrechner mit einer Musterausschreibung für Hardwarebeschaffungen, ALP Dillingen 2009 (http://www.schule.bayern.de/votum)
- Sichere Internetanbindung von Schulen, ALP Dillingen 2010 (http://alp.dillingen.de/schulnetz/materialien/Sichere_Internetanbindung_I.pdf)
- Planungsrichtlinien für Kommunikationsnetze, Bayerisches Staatsministerium des Innern, Zentrale IuK-Leitstelle, München 2007 (http://alp.dillingen.de/service/it/richtlinien.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)
- Das Lean-LAN – zeitgemäße Netzwerke in Schulen, Frankfurt, Dillingen 2006 (http://alp.dillingen.de/service/it/lean-lan.pdf)
- IT-Systemlösung für Schulen, ALP Dillingen 2006 (http://alp.dillingen.de/service/it/systemloesungen.pdf)
- GUV-SI 8009 - Sicher und Fit am PC in der Schule - Mindestanforderungen an Bildschirmarbeits-plätze in Fachräumen für Informatik, Bundesverband der Unfallkassen, München 2002 (http://alp.dillingen.de/service/it/guv_si-8009.pdf)
- GUV-I 8566 - Sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen, Bundesverband der Unfallkassen, München 2004 (http://alp.dillingen.de/service/it/guvi_8566.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/beratung/iuk/filter)
- 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/km/schule/recht/bekanntmachungen bzw. http://www.km.bayern.de/im-peria/md/content/pdf/bekanntmachungen/hinweise_internetnutzung_an_oeff_schulen.pdf)
- Dokumentation zur Aussprachetagung „Lernplattformen“ (http://www.schule.bayern.de/beratung/iuk/lernplattformen/)
- 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)

München, Dezember 2010

gez.
Georg Schlagbauer
Studiendirektor