

Konzept für Computer in Klassenräumen

Christian Datzko

im Juni/Juli 2009, für die Veröffentlichung im November 2009 aufbereitet

1 Vorbemerkung

Auf Wunsch der Schulleitung der Schule Colegio Peruano-Alemán Alexander von Humboldt in Lima, Perú, Alfred Doster, habe ich sowohl durch Umfrage im Kollegium, durch eine Analyse der zur Verfügung stehenden Literatur als auch durch eigene Erfahrungen ein Konzept erarbeitet, um die sinnvolle Verwendung¹ von Computern im Unterricht zu fördern.

Dieses Konzept ist als integrale Gesamtheit zu sehen. Änderungen am Konzept an einer Stelle erfordern wahrscheinlich Änderungen am Konzept an anderer Stelle. Auslassungen können den Zweck des Konzepts komplett pervertieren, unzulängliche Ausführung des Konzepts kann es nutzlos aber teuer werden lassen².

In diesem Dokument verzichte ich darauf, bei Nennungen von Gruppen von Menschen sowohl die männliche als auch die weibliche Form anzugeben, mit „Lehrern“ seien immer auch „Lehrerinnen“ gemeint.

Alle Kosten werde ich in diesem Dokument mit Euro überschlagen oder angeben. Für einen Import aus Deutschland müsste man hier die Mehrwertsteuer von derzeit 19% abziehen und dafür die Transportkosten hinzurechnen oder alternativ mit einem mir unbekanntem Faktor die Preise auf den peruanischen Markt übertragen.

Ich habe dieses Dokument insoweit anonymisiert, dass keine Rückschlüsse auf die interne Situation des Colegio Peruano-Alemán Alexander von Humboldt geschlossen werden können. Daher ist die Analyse der Umfrage in dieser öffentlichen Version nur bruchstückhaft wiedergegeben. Zudem wurden im Original konkrete Marken und Produkte empfohlen, diese habe ich, soweit es ging, verallgemeinert oder ausgeschwärzt.

Insgesamt muss festgehalten werden, dass die konkreten Empfehlungen mit den Anforderungen und dem Lauf der Zeit veralten, ihren Wert ändern oder gar komplett überholt sein werden. Daher möge man von den allgemeinen Prinzipien auf das aktuell vorhandene Angebot schließen.

¹Ein besonderes Augenmerk wurde darauf verwendet, nicht einfach den Kauf von Hardware und Software vorzuschlagen, sondern aufgrund von Anwendungen die technischen Notwendigkeiten auszuarbeiten.

²„Zu Risiken und Nebenwirkungen fragen Sie bitte Ihren Informatik-Fachleiter“, denn nur der oder andere ausgebildete Informatik-Lehrer können pädagogisch fundiert und technisch versiert Auskunft geben.

1.1 Computer im Klassenzimmer alleine bringen nichts

„Informatikunterricht flächendeckend eingeführt!‘ Gymnasiallehrer N. ärgert sich über diese Zeitungsmeldung. Kaum steht in einem Schulkreis in jedem Schulzimmer ein Computer, kaum wird ein wenig Textverarbeitung gemacht und im Internet gesucht, schon wird behauptet, der Informatikunterricht sei eingeführt worden. Da verwendet eine Musiklehrerin ein Notensatzprogramm und behauptet, sie habe die Informatik in ihrem Unterricht integriert.“ (Hartmann 2006, S. 3)

Was Hartmann, Näf und Reichert hier über den Informatikunterricht schreiben, gilt gleichermaßen für jeden Unterricht, in dem Computer eingesetzt werden sollen. Alleine dass Computer zur Verfügung stehen, heißt nicht, dass die Investition sinnvoll gewesen ist. Insbesondere wenn man bedenkt, dass Computer in Klassenräumen große Kosten verursachen³, sollte eine Entscheidung *für* solche Computer wohlüberlegt geschehen.

Daraus folgt, dass nicht nur die Anschaffung von Hardware und Software, sondern auch die Umsetzung in jeglicher Hinsicht bedacht werden muss: Sinnvolle Positionierung im Klassenzimmer, wohlüberlegte Softwarekonfiguration, didaktische und pädagogische Überlegungen in den Fächern, Fortbildungsmaßnahmen für das Kollegium, Planung von Support, und so weiter.

„Präsident Clinton hat verkündet, dass ein Computer im Klassenraum Ziel des Bildungsprogramms sei: nicht als Mittel für die Ausbildung, sondern als ihr Ziel! Was ist an dieser Vorstellung falsch?“ (Stoll 1999, S. 41)

1.2 Computer im Klassenzimmer anstelle von anderen Anschaffungen

Geld ist immer knapp. Die Entscheidung, für eine bestimmte Sache Geld auszugeben, ist auch häufig eine Entscheidung, für andere Sachen *kein* Geld auszugeben. Eine solche Entscheidung sollte nicht leichtfertig geschehen.

„Es macht mich wütend, dass man problemlos Geld für Computer bekommen kann, aber nicht für eine optische Bank, einen Satz Voltmeter oder Stimmgabeln‘, erregt sich Professor Reichert, ‘bei einem Treffen von Physiklehrern bin ich auf einen getroffen, der keine 2000 Dollar für Geräte zum Experimentieren mit dem Magnetfeld oder zur Untersuchung des Drehmoments ausgeben wollte – dagegen aber mit Freuden das Zwanzigfache für einen Haufen Computer.“ (Stoll 1999, S. 44)

³Man überschlage einfach: Computer mit Bildschirm, Beamer und weiterer Peripherie für ca. 65 Klassenräume kosten ca. 100.000 EUR, die monatlichen Stromkosten betragen geschätzte 250 EUR monatlich, hinzu kommen Reparatur- und Personalkosten für den Support (vergleiche Grepper 2001, S. 12: „Beachten Sie: Computerkosten \neq Beschaffungskosten!“).

Es muss im Gegensatz eine Kosten-Nutzen-Rechnung von den verschiedenen Investitionsmöglichkeiten aufgemacht werden. Insbesondere, wenn Anträge für andere Investitionen vorliegen, muss eine etwaige Abwägung gegeneinander mit Bedacht gemacht werden. Zudem muss beachtet werden, dass Computer eine Nutzungsdauer von fünf bis sechs Jahren haben (Grepper 2001, S. 16) und nach drei Jahren aufgerüstet werden sollten (Grepper 2001, S. 17). Andere Investitionen könnten eventuell eine längere Lebensdauer haben und somit in der jährlichen Abschreibungssumme günstiger sein.

1.3 Fazit

Die oben genannten Argumente machen deutlich, dass Computer in Klassenräumen pädagogisch, didaktisch und auch methodisch sinnvoll eingeführt und verwendet werden müssen. Das bedeutet, dass die Lehrer, die diese Computer benutzen sollen, sowohl in der Anwendung als auch in den pädagogischen, didaktischen und methodischen Fragen geschult und fortgebildet werden müssen oder zumindest die Möglichkeit zu einer solchen Fortbildung bekommen müssen.

2 Ergebnisse der Umfrage im Kollegium – Bedarfsanalyse

Um die Aussagen in diesem Konzept nicht nur durch Literatur sondern auch durch das Kollegium zu legitimieren, habe ich eine Umfrage durchgeführt, die die Wünsche und Anregungen der Lehrer zu diesem Thema aufnehmen sollte. Eine große Resonanz hat gezeigt, dass die Lehrer durchaus eine Meinung zu diesem Thema haben, und diese auch äußern möchten.

2.1 Allgemeine Ergebnisse

Es haben n Lehrer teilgenommen. Diese verteilen sich auf 29% Grundschullehrer⁴, 60% Mittelstufenlehrer⁵, 56% Oberstufenlehrer⁶ und 4% Berufsschullehrer (Mehrfachnennungen waren möglich).

2.1.1 Bedarf

Das Kollegium hat überdurchschnittliche Erfahrungen.

Die Wünsche der Lehrer können wie folgt aufgegliedert werden: Bedarf besteht darin, Beamer, Internet, Sound und DVD-Abspielmöglichkeit zu haben. PowerPoint und das gesamte Office-Paket werden benötigt.

⁴Die Grundschule umfasst die Klassen 1 bis 4.

⁵Die Mittelstufe umfasst die Klassen 5 bis 8.

⁶Die Oberstufe umfasst die Klassen 9 bis 12.

Uneinigkeit besteht darin, ob dieser Bedarf mit zu kaufender Software zu leisten ist, oder ob kostenlose Programme ausreichen: eine Mehrheit fordert kostenlose Programme, während nur eine Minderheit extra anzuschaffende Programme installiert haben möchte (eine Ausnahme werden hier Programme eines weit verbreitetes Office-Paket genannt, es wird generell als Grundausstattung eines Computers gesehen wird und explizit gefordert).

Zentrale Druckmöglichkeiten oder gar Druckmöglichkeiten im Klassenzimmer werden tendenziell eher abgelehnt, hier wird eine genauere Analyse der Stufenzugehörigkeit notwendig sein. Ebenso besteht Uneinigkeit über die Frage, ob Schüler sich einloggen dürfen oder nicht. Eine Mehrheit spricht sich dafür aus, allerdings nicht stark.

2.1.2 Einsatzmöglichkeiten

Die Lehrer durften zur Frage nach sinnvollen Anwendungen freie Äußerungen schreiben.

Die Lehrer fordern demnach, dass vor allem die Office-Programme installiert werden sollen, begleitet von Vorschlägen zur Präsentation von Bildern und Videos und zu Lehr-Lern-Programmen (hier wird wiederholt gefordert, die zu den Lehrwerken gehörenden Programme zu installieren und auch fachspezifische Programme zu installieren). Es wird auch vorgeschlagen, dass die Fachkonferenzen festlegen, welche Programme benötigt werden.

2.1.3 Gefahren

Viele Lehrer sehen zunächst eine soziale Gefahr: Spiele und unkontrollierter Internet-Zugang können den Zweck von Computern in Klassenräumen pervertieren und die Schüler unnötig ablenken. Viele sehen zudem die Gefahr, dass die Computer beschädigt oder unsachgemäß behandelt werden. Hierzu wird vorgeschlagen, die Benutzung in den Pausen zu kontrollieren oder zu reglementieren; viele schlagen vor, die Computer abschließbar zu machen.

Ein Lehrer sieht eine Gefahr aus ganz anderer Sicht, die jedoch nicht weniger wichtig ist. Er schreibt (sinngemäß): ‘Wenn ein Lehrer seinen Unterricht mit einem Präsentationsprogramm macht, heißt das nicht, dass er guten Unterricht macht.’ Ich denke, diese Mahnung an die Lehrer sollte bewusst wahrgenommen und ernst genommen werden.

2.1.4 Ort des Computers

Erwartungsgemäß gehen hier die Meinungen am weitesten auseinander. Eine Mehrheit bevorzugt es, den Computer im oder am Lehrerpult unterzubringen, viele schlagen sogar explizit Lösungen vor, dass der Computer neben dem Lehrertisch in einem extra Möbel steht. Eine ernstzunehmende Minderheit jedoch schlägt vor, die Computer entweder vorne oder hinten im Klassenraum in einer Ecke unterzubringen. Die Ursache für diese Unterscheidung sehe ich in zwei Gründen: erstens ist es viel komplizierter, einen Computer im oder am Lehrerpult anzubringen als an der Wand (vergleiche meine Empfehlungen in Kapitel 3.2.1 auf der Seite 20) und zum anderen stecken hinter den beiden Positionierungen zwei unterschiedliche didaktische Konzepte: das eine stellt den Computer als Werkzeug

der Schüler in den Vordergrund, das andere stellt den Computer als Werkzeug des Lehrers und von Schülern, die der Klasse etwas präsentieren, in den Vordergrund. Hier wird in den Stufenergebnissen genauer zu analysieren sein, ob dies eventuell abhängig von den Schulstufen unterschiedliche gesehen wird.

2.2 Fazit

Insgesamt kann festgehalten werden, dass ein großer Bedarf und großes Interesse besteht, in den Klassenzimmern einen Computer mit einem fest installierten Beamer zu haben, die Lehrer nennen viele verschiedene Anwendungsmöglichkeiten und würden dies regelmäßig in ihrem Unterricht nutzen.

Die Grundstufe legt den Akzent mehr auf die Schülertätigkeit am Computer, die Mittel- und Oberstufe möchte den Computer eher durch den Lehrer bzw. durch präsentierende Schüler genutzt sehen, aber generell wird eine breite Anwendungsmöglichkeit gesehen.

3 Konkreter Bedarf

Aufgrund der Wünsche und Anregungen des Kollegiums sowie allgemeiner Überlegungen lege ich hier die Gründe für meine konkrete Entscheidung dar. Es soll einzeln abgewogen werden, was für Kriterien notwendig sind, und welche konkreten Anschaffungen bzw. Maßnahmen diesen Kriterien entsprechen.

3.1 Anschaffung von Hardware und Software

Unabhängig von den konkreten Empfehlungen in diesem Konzept gibt es einen Grundsatz, der unabhängig allem anderen bedacht werden muss: Die anzuschaffende Hardware und Software *muss* homogen sein. Das bedeutet, dass dieselben Computer mit derselben Software für alle gleichartigen Klassenräume angeschafft werden muss, und dass auf allen Computern dieselbe Software in derselben Konfiguration installiert sein muss. Es dürfen keine Sonderlösungen und Sonderwünsche zugelassen werden.

„Die Cyber Road Show ermöglichte 23 Schulen zwischen September 1997 und April 1998 mit einem mobilen Internet-Café einen ersten Einblick in die Welt des Internets. Diese Wanderausstellung bestand aus 30 PCs, wovon 26 hardwaremässig identisch waren. Auf 24 Rechnern lief dieselbe Software. Diese war für den Einsatz an den Schulen optimiert. Die 24 Einheits-PCs verursachten bei weitem weniger Schwierigkeiten als die restlichen vier Einzelstücke. Denn sobald ein Problem bei einem dieser Einheits-PCs gelöst war, konnte es bei allen anderen auf dieselbe Art und Weise behoben werden.“
(Grepper 2001, S. 9)

Dieses Beispiel ist heute umso mehr noch gültig, als dass mit einfacher und kostenloser Software eine Installation als „Image“ auf einem Computer installiert werden kann, das dann auf allen anderen Computern als einfache Kopie geklont werden kann.

3.1.1 Computer

Der Computer sollte folgende Eigenschaften haben:

Qualitativ hochwertig

Nach Grepper 2001, S. 12 kann man sagen, dass an einen Computer im Schuleinsatz andere Anforderungen gestellt werden müssen, als an Computer in Betrieben, und noch mehr als an Computer für den Heimgebrauch. Das betrifft vor allem die Teile, die direkt bedient werden, wie Maus, Tastatur oder Laufwerke, aber auch andere Teile wie Gehäuse oder die Bildschirmoberfläche.

Leise

Das von Gott vergessene elfte Gebot: „Du sollst nicht lärm.“ (Robert Gernhardt⁷)

Lärm ist der Alltag von jedem, der in einer größeren Stadt wohnt. Der Verkehr, die Menschen, in einer Stadt ist vieles laut. In der Schule ist das nicht anders: Schüler sind auch häufig laut. Da dies sowohl die Strapazierfähigkeit von Lehrern als auch die Konzentrationsfähigkeit von Schülern beeinträchtigt, sollte es Ziel sein, unnötigen Lärm zu vermeiden und unvermeidbaren Lärm zu minimieren (vergleiche Grepper 2001, S. 41).

Ein Computer ist auf mehrere Art und Weise eine Lärmquelle. Zunächst kann der Computer selber durch eingebaute Lüfter, die Festplatte und andere mechanische Bauteile Lärm verursachen. Dann kann der Computer Geräusche erzeugen, die zwar als Signaltöne hilfreich sein können (wie zum Beispiel als Meldung, dass ein USB-Gerät angeschlossen wurde), die aber insgesamt als störend empfunden werden können und teilweise sogar sinnlos sind, wie der Startup-Sound von Windows). Zuletzt können Peripheriegeräte wie zum Beispiel ein Beamer oder Netzwerkschränke Lärm verursachen (vergleiche Grepper 2001, S. 37).

Wenn die Lärm minimiert wird, werden Schüler nicht von der Sache, vom Unterricht, abgelenkt und der Unterricht wird erfolgreicher sein.

Leicht und intuitiv zu bedienen

Ein Gerät, das schwer zu bedienen ist, wird weniger eingesetzt, als eines, das einfach zu bedienen ist. Ein Gerät, das schwer zugänglich ist, wird seltener genutzt, als eines, das leicht zugänglich ist. Ein Gerät, das so funktioniert, wie man es kennt, wird häufiger genutzt als eines, das gänzlich anders funktioniert. Diese trivialen Erkenntnisse werden häufig missachtet, wenn es darum geht, Computer für die Schule anzuschaffen. Hier muss schon bei der Anschaffung der Hardware und Software darauf geachtet werden, dass Nicht-Experten mit den Computern intuitiv umgehen können. Eine Folge dessen ist, dass die Schule jedem interessierten Lehrer einen exakt gleichen Computer zum Selbstkostenpreis mitbestellen und vergleichbar konfigurieren muss (vergleiche Kapitel 3.3).

Nicht das allerneueste Modell

Die Anforderungen einer Schule an Computer sind anders als in Firmen oder zuhause. Computer der allerneuesten Generation sind in der Regel teuer, Computer, deren Hard-

⁷Zitiert nach http://www.zeit.de/2000/08/Du_sollst_nicht_laermen.

ware ein klein wenig älter oder ein klein wenig leistungsschwächer ist, sind in der Regel viel günstiger.

Die Schule benötigt keine besonders schnellen Prozessoren mit vielen Kernen, da die durchzuführenden Berechnungen selbst bei Multimediaanwendungen in den allermeisten Fällen nicht sehr umfangreich sind oder bei umfangreichen Berechnungen genügend Zeit zur Verfügung steht. Insbesondere Grafikkarten müssen nicht besonders leistungsfähig sein: die für die Schule relevanten Grafikkartenanwendungen (vollfarbige Bilder bei hoher Bildschirmauflösung, Videos in HDTV-Qualität, einfache dreidimensionale Darstellungen) können heute spielerisch von einfachen Grafikkarten geleistet werden. Leistungsfähigere Grafikkarten sind für Spiele und professionelle Grafikprogramme ausgelegt und sind teuer, benötigen viel Strom und machen Lärm, weil die GPUs gekühlt werden müssen. Das ist für die Schule nicht notwendig. Auch die Größe der Festplatte und die Geschwindigkeit eines etwaigen optischen Laufwerks muss nicht besonders groß sein.

Der Arbeitsspeicher sollte jedoch ausreichend bemessen sein, da die Benutzer in der Regel nicht arbeitsspeichereffizient arbeiten und die Reaktionsgeschwindigkeit eines Computers steigt, wenn er mehr Arbeitsspeicher zur Verfügung hat.

Aufrüstbar

Computer werden für fünf oder sechs Jahre verwendet (Grepper 2001, S. 16). Was zum Anschaffungszeitpunkt des Computers 100 EUR kostet, kann nach drei Jahren evtl. 40 EUR kosten. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis kann sich also innerhalb von sehr kurzer Zeit, insbesondere innerhalb der Nutzungszeit, stark verändern, so dass eine Aufrüstung schon bei der Anschaffung eingeplant werden muss. So könnten zum Beispiel die Kosten für Festplatten so stark gefallen sein, dass es sich lohnt, eine größere und schnellere Festplatte nach drei Jahren einzubauen oder den Arbeitsspeicher aufzurüsten.

Kompakt

Ein großer Tower benötigt viel Raum ohne große Vorteile zu bieten. Kleine Vorteile sind eine einfachere Aufrüstbarkeit sowie ein potentiell besseres Wärmemanagement. Ein großer Nachteil ist jedoch, dass die große Kiste sinnvoll untergebracht werden muss. Ein Notebook im Gegensatz dazu ist kompakt, ist dafür jedoch in der Regel gar nicht oder nur mit sehr großen Kosten aufrüstbar. Es muss also ein Kompromiss zwischen aufrüstbar und klein gefunden werden.

Energiesparend

Neben der offensichtlichen ökologischen Forderung, generell energiesparende Geräte zu verwenden, ist die Tatsache, dass die Computer in ca. 65 Räumen installiert werden sollen und mutmaßlich sieben oder mehr Stunden pro Tag laufen, ist Energiesparen auch ein ökonomischer Aspekt. Verbraucht ein Computer zum Beispiel 180 W, so sind das in einer Schulwoche 6,3 kWh pro Computer, also insgesamt 409,5 kWh. Verbraucht ein Computer aber nur 35 W, so sind es nur noch knapp 20%, was ein relevanter Unterschied ist.

Konkrete Empfehlung

Die oben genannten Überlegungen führen dazu, keinen Tower und kein Notebook zu kaufen, sondern einen kompakten Computer zu kaufen, wie er entweder als Mini-ITX-

Gehäuse oder als sogenannter Nettop angeboten wird.

Die Ausstattung muss mindestens folgendes beinhalten:

- Prozessor mit einer Leistungsfähigkeit, die groß genug ist, die in Kapitel 3.1.10 genannte Software inklusive der zu erwartenden Updates in den nächsten fünf bis sechs Jahren laufen zu lassen, da ein Prozessor in der Regel nicht ausgetauscht werden kann bzw. nur gegen ein wenig stärkeres Modell⁸.
- Der Arbeitsspeicher sollte mindestens 2 GB betragen, um für die nächsten drei Jahre genügend Kapazität zu haben, das Motherboard sollte die Option bieten, den Arbeitsspeicher auf 4 GB aufzurüsten, und zwar mit Arbeitsspeicher, der vermutlich in drei Jahren handelsüblich sein wird.
- Die Festplatte sollte mindestens 120 GB Speicherplatz bieten, wenn es mit wenig zusätzlichem Geldeinsatz möglich ist, eine 250 GB-Festplatte zu kaufen, so sollte dies bevorzugt werden. Festplatten sind generell schnell und einfach zu ersetzen und die heute verwendeten Schnittstellen sollten in drei Jahren auf jeden Fall noch verfügbar sein.
- Ein optisches Laufwerk sollte die Möglichkeit haben CDs, CD-Rs, CD-RWs, DVDs, DVD-Rs und DVD-RWs lesen zu können. Es ist nicht notwendig, dass CDs oder DVDs beschrieben werden können, ebenso ist es nicht notwendig, DVD-RAMs, BR-DVDs oder HD-DVDs lesen und schreiben zu können. Wenn kein optisches Laufwerk vorhanden ist, hat das den Vorteil, dass es als potentiell gefährdetes Objekt eben nicht kaputt gehen kann. Die Lehrer sollten aber die Möglichkeit haben, ein optisches Laufwerk für den USB-Anschluss einfach auszuleihen.
- Das Netzwerk sollte kabelgebunden sein (vergleiche Welte 2001, S. 11) und die Möglichkeit haben, Gigabit-Netzwerk zu machen. Drahtlose Netzwerke sollten entweder nicht möglich oder ausgeschaltet sein.
- Die Grafikkarte sollte einen oder besser zwei Anschlüsse haben, idealerweise digitale DVI-Anschlüsse sowohl für den Flachbildschirm als auch für den Beamer, VGA-Anschlüsse sind als Alternative hinreichend, wenn auch nicht ideal.
- Diskettenlaufwerke, Kartenleser und andere Speichermedien sind unnötig, stören aber nicht.

Daher empfehle ich, eines der folgenden Geräte für alle Computer in Klassenräumen anzuschaffen:

⁸Eine konkrete Prozessorgeschwindigkeit oder andere Indizes können heute leider nicht verwendet werden, um einen direkten Vergleich anzustellen, da die Instruction Sets Programme so unterschiedlich schnell ausführen können.

	<i>Noname PC 1</i>	<i>Noname PC 2</i>
<i>Prozessor</i>	Netbook-Prozessor 1.6 GHz	Netbook-Prozessor 1.6 GHz
<i>RAM (inst./max.)</i>	2 GB/2 GB	2 GB/2 GB
<i>Festplatte</i>	160 GB SATA 2,5 Zoll	320 GB SATA 2,5 Zoll
<i>Optisches Laufwerk</i>	keines	DVD±R(W)(DL), DVD-RAM
<i>Netzwerk</i>	Gigabit	Gigabit
<i>Grafikkarte</i>	Onboard (DVI)	Onboard (VGA)
<i>Weiteres Zubehör</i>	W-LAN, Card Reader, Tastatur, Maus	Card Reader (wenige Formate)
<i>Volumen</i>	1 l	4,7 l
<i>Stromverbrauch</i>	20 W	max. 60 W
<i>Besonderheiten</i>	kann angeschraubt werden	
<i>Kosten</i>	309,- EUR	269,- EUR

Der Noname PC 1 hat den Vorteil, dass sie angeschraubt werden kann, der Noname PC 2 hat ein optisches Laufwerk. Beide Computer sind ausreichend ausgestattet, um ein derzeit weit verbreitetes Betriebssystem in seiner 2001er-Variante ausführen zu können⁹, auch die Mindestanforderungen für ein weit verbreitetes Betriebssystem in seiner 2009er-Variante sind gegeben. Auch die anderen oben genannten Anforderungen werden erfüllt. Ein Problem ist, dass der Arbeitsspeicher schon maximal aufgerüstet ist. Dies sollte aber in den nächsten fünf bis sechs Jahren noch kein großes Problem sein, insbesondere wenn man bedenkt, dass die Anforderungen der in der Schule verwendeten Software an Computer in der letzten Zeit weniger schnell steigt als früher.

Im Vergleich zu anderen Computern sind diese aufgrund der Netbook-Prozessoren sehr stromsparend (die CPU selber verbraucht nur 4 W bzw. 2,5 W), kompakter und mit den notwendigen Anschlüssen für die Vorderseite versehen.

Obwohl er deutlich größer ist als der Noname PC 1, empfehle ich den Noname PC 2. Er ist vom Aufbau vergleichbar, hat ein optisches Laufwerk und ist gleichzeitig günstiger.

3.1.2 Beamer

Zur Projektion der Computer-Bilder ist ein Beamer notwendig, der den Anforderungen von Schule genügt. Anders als beim Computer selber ist hier eine deutlich höhere Qualität gefragt, als sie in Privathaushalten benötigt wird. Beamer für den Privatgebrauch sind in der Regel als Heimkino-Projektoren ausgelegt und sind somit für fast dunkle Räume ausgelegt. Die Helligkeit der Lampe ist nicht so wichtig wie ein großes Kontrastverhältnis und eine flüssige Wiedergabe von Videos. In der Schule ist eine komplette Abdunklung der Räume unmöglich (bzw. undenkbar), so dass die Beamer für helle Räume wie zum Beispiel Konferenz- oder Schulungsräume ausgelegt sein müssen. Auch ist eine höhere Auflösung notwendig, um Computerprogramme in üblichen Bildschirmauflösungen ohne Qualitätsverlust durch Herunterskalierung anzuwenden.

⁹Aus Kostengründen habe ich jeweils die Linux-Versionen zur Bestellung herausgesucht, es muss überprüft werden, ob wie für die namens-ähnlichen Windows-Computer, die laut den Angaben hardwaregleich sind, Treiber für das weit verbreitete Betriebssystem in seiner 2001er-Variante existieren.

Die Anforderungen sind damit folgende:

- Die physikalische Auflösung muss 1024x786 (XGA) mindestens bieten, die „maximale“ oder „virtuelle“ oder „komprimierte“ Auflösung ist nichts als ein Werbetrick.
- Die Helligkeit muss 2000 ANSI-Lumen¹⁰ mindestens betragen, je mehr, desto besser, insbesondere in Räumen mit nicht-abgedunkelten Scheiben.
- Beamer entwickeln durch den Lüfter für die Lampe sowie durch Drehspiegel bei DLP-Projektoren einiges an Geräusch, so dass wie schon in Kapitel 3.1.1 argumentiert, hier ein möglichst leises Modell gewählt werden muss. Leider steigt mit der Helligkeit die Wärmeentwicklung und somit der Lüftungsbedarf, so dass hellere Beamer lauter sind.
- Jeder Beamer hat verschiedene Anschlüsse. Idealerweise bietet ein Beamer die Anschlüsse VGA, DVI, S-Video und Video (Composite). Praktisch ist es, wenn ein Beamer zwei VGA-kompatible¹¹ Anschlüsse hat, so dass sowohl ein fest installierter Computer als auch ein tragbarer Computer einfach angeschlossen werden können.
- Ein Beamer sollte einfach an der Decke montierbar sein, indem er sein Bild umkehren kann oder nach unten projiziert. Ein Beamer, der nicht für die Deckenverwendung vorbereitet ist, kann in der Schule nicht verwendet werden, was man zum Beispiel an den Räumen H_INF, MB2 oder ML12 sieht: Von vielen Plätzen im Klassenraum kann man nicht das volle Beamer-Bild sehen, weil der Projektor unnatürlich tief hängen muss. Die Qualität der Projektion leidet stark, weil man unnötigerweise eine stark verlustbehaftete Trapezkorrektur anwenden muss.
- Momentan sind drei verschiedene Technologien im bezahlbaren und anwendbaren Bereich: LCD, LED und DLP. LCD-Beamer sind die billigsten, haben dafür aber nur einen geringen Kontrastwert. Zudem wirkt das Bild gröber, weil die drei Grundfarben¹² nebeneinander dargestellt werden. Etwas besser ist es, wenn für jede Grundfarbe ein eigenes LCD-Display verwendet wird: die Grundfarben müssen nicht mehr nebeneinander dargestellt werden, sondern können auf die gleiche Stelle projiziert werden. Dieser Qualitätsvorteil wird jedoch durch höhere Preise erkaufte. LED-Projektoren arbeiten nach demselben Prinzip wie LCD-Projektoren, haben aber anstelle einer herkömmlichen Birne eine LED. Das hat den Vorteil, dass sie weniger Lüftung brauchen, weil die Effizienz von LED viel besser ist. Zudem haben LEDs eine viel längere Lebensdauer. LEDs sind allerdings (noch) nicht so hell wie herkömmliche Birnen und werden mit zunehmenden Alter der Birne dunkler. Daher gibt es (noch) keine Beamer mit LEDs auf dem Markt, die hell genug sind, dass sie für den Schuleinsatz geeignet wären. DLP-Beamer benutzen anstelle eines LCDs eine Spiegel-Lösung, um die drei Grundfarben nacheinander darzustellen. Der Lichtverlust ist geringer als durch das LED und das Bild ist schärfer. Insgesamt hält

¹⁰ANSI-Lumen sind eine direkt vergleichbare Einheit, da sie durch ANSI standardisiert gemessen wird und als Lux pro Quadratmeter definiert ist, sie ist also unabhängig von der projizierten Fläche.

¹¹Manchmal lassen sich DVI-Anschlüsse über einen einfachen passiven Adapter auch als VGA-Anschluss verwenden.

¹²Alle Projektoren arbeiten nach dem RGB-Prinzip.

ein DLP-Beamer auch länger als ein LED-Beamer, auch die weniger stark ausgelegte Birne für die gleiche Lichtleistung. Allerdings kann bei schnellen Bewegungen ein Regenbogeneffekt beobachtet werden und die beweglichen Spiegel verursachen zusätzlichen Lärm.

Die Tabelle auf der Seite 12 stellt mehrere verschiedene Beamer-Modelle der am weitesten verbreiteten Hersteller gegenüber. Die Beamer wurden nach Erfüllen der Anforderungen ausgewählt. Wie man sieht, sind sowohl die Preise als auch die anderen Eigenschaften durchaus variabel.

Insgesamt empfehle ich den Noname Beamer 3. Er bietet ausreichend Helligkeit, ist leise genug und hält lange genug, insbesondere da die Birne keiner besonderen Belastung ausgesetzt ist, wenn der Beamer vom Stromnetz getrennt wird, ohne dass er vorher ausgeschaltet wird. Diese Technologie ist übrigens in fast allen Beamern dieser Qualitätsklasse zu finden und unbedingt empfehlenswert, selbst wenn ein anderes Modell gewählt wird, weil es die Verwendung von Fernbedienungen minimiert, wenn auch nicht unnötig macht (eine Fernbedienung muss weiterhin für jeden Beamer im Klassenzimmer vorhanden sein, um notwendige Einstellungen direkt ändern zu können).

3.1.3 Monitor

An jedem Computer sollte zusätzlich ein normaler Monitor angeschlossen sein. Computer werden in der Regel nicht nur dafür verwendet, der ganzen Klasse Dinge zu zeigen, sondern auch, damit Schüler Dinge recherchieren, Dateien bearbeiten oder Lehr-/Lernprogramme ausführen. Dieser Monitor soll dasselbe anzeigen, was auch der Beamer anzeigt.

Als neue Monitore kommen heutzutage nur LCD-Displays in Frage. Diese sollten die inzwischen unübliche Auflösung von 1024x768 haben, damit sie direkt zum Beamer passen und weder beim Verkleinern der Auflösung von 1280x1024 auf 1024x768 noch für die Vergrößerung der Auflösung von 1024x768 auf 1280x1024 für den Beamer starke augenbelastende Unschärfe auftritt. Als Lösung kommen hier also nur kompakte 15-Zoll-LCD-Displays in Frage, da nur diese Panels in ausreichender Anzahl produziert wird und somit günstig genug zu kaufen sind. Ein solcher Monitor, zum Beispiel der Noname Monitor 1, kostet momentan ca. 170,- EUR.

3.1.4 Tastatur und Maus

Die Tastatur und die Maus sollten das deutsche Tastaturlayout haben und leicht zu säubern sein. Die Tastatur sollte möglichst leise sein und die Maus auch auf schwierigen Unterlagen präzise arbeiten können. Beide sollten unbedingt kabelgebunden funktionieren, damit sich nicht mehrere Maus- und Tastatur-Sätze gegenseitig stören (man stelle sich vor, man schreibe gerade etwas auf dem Computer, und der Computer im Nebenzimmer dokumentiert diese Sätze mit). Als Tastatur bietet sich die Noname Tastatur 1 für 8,- EUR an, die diese Eigenschaften in einem günstigen Kontext liefert. Wer eine höhere Qualität möchte, kommt nicht um die Tastatur Noname Tastatur 2 für ca. 21,- EUR herum. Als Maus bietet sich der Klassiker an, die Noname Maus 1 für ca. 12,- EUR,

Hersteller/Modell	Auflösung	Helligkeit (norm./eco)	Brenndauer (norm./eco)	Lautstärke (norm./eco)	Anschlüsse	Technologie	Extras	Kosten /EUR/	Kosten Lampe /EUR/
	/Pixel/	/Lumen/	/Stunden/	/dB(A)/					
Noname Beamer 1	1024x768	3700/3000	2000/3000	33/<30	VGA, DVI-D, Komponente, Video, S-Video	LCD	Direct-Power-Off W-LAN- Ansteuerung	2200	
Noname Beamer 2	1024x768	2700/1900	?/?	28/?	2x VGA	LCD	Direct-Power-Off	670	380
Noname Beamer 3	1024x768	2400/1920	3000/4000	28/24	VGA, DVI (HDCP), S-Video, Video	DLP	Direct-Power-Off	520	160
Noname Beamer 4	1024x768	2200/?	3000/4000	30/?	VGA, DVD-I, S-Video, Video	DLP	Schnellabkühlmodus, Wireless (opt.)	640	230
Noname Beamer 5	1024x768	2600/?	2000/3000	36/30	VGA, S-Video, Video (Adapter)	LCD	Direct-Power-Off	1080	220
Noname Beamer 6	1024x768	2600/?	?/4000	<28/?	VGA, S-Video, Video	3LCD	Direct-Power-Off	680	180
Noname Beamer 7	1024x768	3500/?	?/3000	33/?	VGA, S-Video, Video	3LCD		2400	300

wenn man ein besseres und präziseres Verhalten auf fast jeder Oberfläche möchte, die Noname Maus 2 für ca. 18,- EUR.

3.1.5 Drucker

Die Grundstufe fordert, mehr als andere Stufen, die Möglichkeit, drucken zu können. Dies ist jedoch potentiell kostspielig, insbesondere wenn die Möglichkeit zum Drucken uneingeschränkt genutzt werden kann. Daher will ich zwei verschiedene Lösungsansätze anbieten, um gleichzeitig eine (Kosten-)Kontrolle zu haben, aber auch die Freiheit, Drucken zu können.

Der erste Lösungsansatz besteht darin, dass nur Lehrer drucken dürfen. Mit geregelter Passwortschutz ist dies einfach umsetzbar. Lehrern kann zugetraut werden, dass sie verantwortungsvoll mit den Schulressourcen umgehen, sie können auch Dinge für Schüler ausdrucken, die sie für wichtig erachten. Der Vorteil, wenn dies so gemacht wird, ist, dass die Freiheit des Drucken-Könnens auch *im* Klassenzimmer und während des Unterrichts möglich ist, selbst wenn der Drucker woanders steht. Eine Klasse braucht also nur kurzzeitig unbeaufsichtigt gelassen zu werden, um Drucke zu holen.

Der zweite Lösungsansatz besteht darin, dass jeder einen virtuellen Drucker hat, der zum Beispiel eine PDF-Datei erzeugt, die dann auf einem USB-Stick kopiert werden kann und vom Lehrer im Lehrercomputerraum oder an anderer zentraler Druckstelle ausgedruckt werden kann. Der Vorteil, wenn dies so gemacht wird, ist, dass kein zusätzlicher Passwortschutz installiert werden muss, der eventuell schwierig zu warten oder zu pflegen wäre. Zudem könnte jeder „drucken“. Allerdings müsste eine Klasse für längere Zeit unbeaufsichtigt gelassen werden, wenn etwas gedruckt werden soll, oder diese Drucke wären nur in den Pausen möglich.

Eine Synthese dieser beiden Vorschläge ist, dass sowohl ein virtueller Drucker für jeden installiert ist, der PDF-Dateien erzeugen kann, und das die Lehrer zusätzlich die Möglichkeit haben, vom Computer aus an zentraler Stelle zu drucken. Somit wäre der Zeitaufwand nicht so hoch und die Flexibilität gewährleistet.

Der Drucker selber sollte ein handelsüblicher monochromer Laserdrucker sein, idealerweise mit Duplex-Funktion, die standardmäßig ausgewählt ist, um Papier sparen zu können.

Für die Mittelstufe und die Oberstufe ist dieser Bedarf nicht gegeben, es ist zu empfehlen, dass im Lehrerzimmer ein weiterer Drucker steht, der von einem Computer dort direkt angesteuert werden kann, um die Wege der Lehrer zu verkürzen.

3.1.6 Verbindungskabel/Adapter

Ein Computer mit einem Monitor und einem Beamer benötigt in der Regel einen Splitter, um das Signal an beiden Ausgabegeräten ankommen zu lassen. Ein fest installierter Beamer muss die Möglichkeit haben, dass Lehrer ihr eigenes Notebook anschließen können. Hierfür könnte ein KVM-Switch¹³ notwendig sein. Das alles, sowie die potentiell große

¹³KVM bedeutet Keyboard – Video – Mouse.

Distanz zum Beamer erfordern entweder sorgfältig ausgewählte Kabel oder zusätzliche Bauteile wie Verstärker oder gar Medien-Konverter.

Die zu fällende Entscheidung ist, ob das Signal unverstärkt zum Beamer geschickt werden soll oder nicht. Ein unverstärktes Signal kann mit einem guten und einzeln abgeschirmten Kabel mit guten Kontakten ohne Probleme und sichtbare Qualitätseinbußen über 15 m übertragen werden. Ein solches Kabel kostet ca. 13,- EUR (so zum Beispiel das Noname Kabel 1 von [Online-Shop1](#)). So könnte ein Beamer mit zwei Anschlüssen kostengünstig an einen Computer und alternativ an einen Notebook angeschlossen werden. Ein VGA-Splitter sowie ein weiteres Monitorkabel zum Anschluss des lokalen Monitors für den Computer kostet dazu noch ca. 40,- EUR, so dass für die Verkabelung insgesamt ca. 66,- EUR einzurechnen sind. Die Gefahr, dass die Videoqualität nicht ideal ist, ist allerdings nicht zu unterschätzen, wenn minderwertige Komponenten, längere Kabellängen, schlechte und korrosionsanfällige Stecker und Buchsen oder parallele Verkabelung mit Stromleitungen ins Spiel kommen.

Soll das Signal ohne Qualitätsverlust zum Beamer geschickt werden, so wird entweder ein Signalverstärker gebraucht, der die oben genannten Probleme allerdings nur verringert, oder ein Medien-Konverter, der aus einem VGA-Signal ein Signal für ein Ethernet-Kabel macht und dieses wieder zurückkonvertiert. So können längere Strecken (üblicherweise bis zu 150 m) überbrückt werden. Diese Geräte sind allerdings nicht günstig, das Noname Konverter-Set 1 aus Transmitter und Receiver kostet um die 130,- EUR. Dafür bietet es gleich Anschlussmöglichkeit für einen lokalen Monitor, so dass kein Splitter mehr notwendig ist. Die Variante für einen PC kostet somit inklusive Anschlusskabeln ca. 135,- EUR, ein weiterer Computeranschluss müsste allerdings entweder für weitere 135,- EUR hinzugekauft werden oder die Kabel müssten regelmäßig umgesteckt werden, was auf die Dauer die Kontakte verschlechtert und wahrscheinlich innerhalb von fünf bis sechs Jahren veranschlagter Nutzungsdauer bei einem Drittel der Geräte zu einem Ausfall der Kabel oder des Gerätes führt.

3.1.7 Netzwerk-Infrastruktur

In jedem Klassenraum existiert schon eine Netzwerkdose. Wo es ohne Aufwand möglich ist, sollte ein zweiter Anschluss installiert werden; wo dies nicht einfach möglich ist, muss die Netzwerkdose in direktem Zugriff auf Greifhöhe installiert werden, damit bei Bedarf das Kabel des Computers problemlos herausgezogen werden kann und ein Lehrer-Notebook angeschlossen werden kann.

Die Verbindungsgeschwindigkeit zum Backbone sollte bei Neuinstallationen immer Gigabit sein, der Backbone sollte auf jeden Fall mit Gigabit auf einem gemanageten Switch laufen, auch die einzelnen Segmente (zum Beispiel Gebäude oder Computerräume) sollten mindestens mit Gigabit mit dem Backbone verbunden sein. Für den Server ist zu überlegen, ob nicht für jede datenintensive Verbindung (zum Beispiel zu Gebäudeteilen) eine eigene Gigabit-Netzwerkverbindung gepflegt werden sollte.

Aufgrund der Menge an Computern, die zusätzlich in das System installiert werden sollen, ist zu bedenken, eine oder zwei weitere Subnetze aufzumachen, die über einen zentralen Switch/Router verbunden werden, damit es keine Konflikte zwischen IP-Zuweisungen gibt.

Insgesamt muss die Netzwerkinstallation so konfiguriert sein, dass die fest installierten Computer per DHCP aufgrund ihrer MAC-Adresse immer wieder dieselbe IP zugewiesen bekommen, Computer mit einer im Netz nicht fest zugewiesenen MAC (zum Beispiel Lehrer-Notebooks) sollten automatisch eine IP im selben Adressbereich (jedoch außerhalb der fest zugeordneten IPs) zugewiesen werden, zugleich mit den Daten des Routers und internen DNS-Servers.

Eine Zugriffskontrolle auf das Internet sollte über den Proxy und auf keinen Fall über die MAC oder IP geschehen, alle Rechner im Netzwerk sollten mit eingeschalteter Firewall und ohne alle nicht dringend notwendigen Netzwerkdienste konfiguriert sein. Computernamen sollten sinnvoll und einheitlich gewählt sein, so zum Beispiel HB22_1 als „Rechner Nr. 1 im Raum HB22“ oder MB09_2 als „Rechner Nr. 2 im Raum MB9“. Zentrale Server sollten nach ihrer hauptsächlichen Funktion mit einem Schlüsselbuchstaben vorweg benannt werden, so zum Beispiel SPROXY1 als „Server: Proxy-Server für Standort 1“. Das Durchnummerieren von Servern hat sich als verwirrend und schwer zu administrieren herausgestellt, weil allfällige Server-Updates Server mit neuen Nummern produzieren, und nach langer oder kurzer Zeit die Server GATEWAY42 und PROXY15 gültig sind, während sich die kleineren Nummern auch nicht mehr existierende oder abgeschaltete Systeme beziehen. Nur bei Clients ist eine Durchnummerierung sinnvoll.

Aufgrund des massiv steigenden Datenvolumens und des massiv steigenden Bandbreitenbedarfs muss die Verbindung zwischen verschiedenen Standorten groß genug sein. Handelsübliche Netzwerkkarten können heute in der Regel 1000 MBit/s verarbeiten). Ein Anmeldevorgang sollte innerhalb von einer Minute fertig sein. Ich empfehle daher dringend, entweder ein verschlüsseltes Kabel zu legen, das Gigabit-Geschwindigkeit hat, oder eine breitbandige, ebenfalls verschlüsselte Drahtlosverbindung zwischen verschiedenen Standorten einzurichten, eine (virtuelle) Verbindung über das Internet ist in der Regel nicht ausreichend und zudem unsicher.

3.1.8 Drahtlosnetzwerk-Infrastruktur

Momentan sind in vielen Schulen nur vereinzelt drahtlose Access-Points für das Schulnetz installiert, die die Unterrichtsräume in keinster Weise abdecken. Zudem sind diese Access-Points häufig nicht auf eine sinnvolle Verteilung der Kanäle eingerichtet, auch die Namen der Access-Points verfolgen oftmals keinem systematischen Prinzip. Der Datenverkehr ist nicht selten unverschlüsselt und die Sicherheit komplett unzulänglich (vergleiche Welti 2001, S. 24). Daher schlage ich eine komplette Neuorganisation vor.

Die Access-Points sollten nur für Rechner verwendet werden, die mobil sind (vergleiche Welti 2001, S. 6). Das sind fast keine schuleigenen Rechner, sondern hauptsächlich Lehrer-Notebooks. Die Konfiguration muss also so ausgelegt sein, dass diese Anwender im Zentrum der Installation stehen.

Positionierung

Die Access-Points sollten so positioniert sein, dass sie in *allen* Orten, wo Lehrer arbeiten, einen guten Empfang bieten. Das sind hauptsächlich Unterrichtsräume und Vorbereitungsräume.

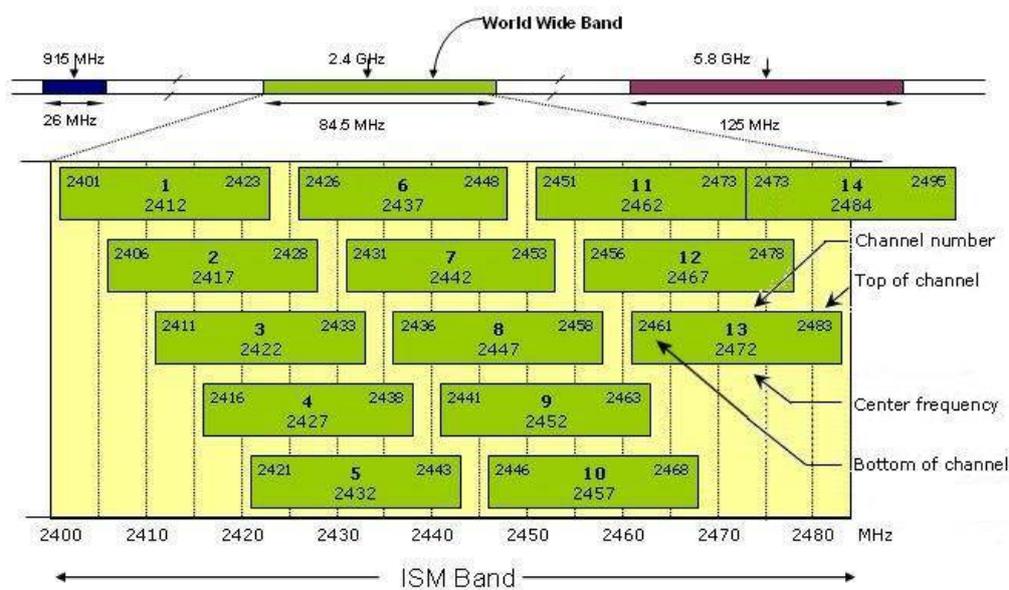
Konkret sind das in der Regel:

- alle Klassenräume
- alle Fachräume (inklusive von großen Sälen, was sehr wichtig ist, weil diese unter anderem für Fortbildungen benutzt werden)
- alle Fachschafts- und Vorbereitungsräume, insbesondere die Sammlungen der Naturwissenschaften
- alle Lehrerzimmer und -arbeitsräume (inklusive der Bibliothek, weil diese häufig für Konferenzen benutzt wird)

Nicht unbedingt abgedeckt sein müssen die Verwaltung, die Sportanlagen und Pausenhöfe, wobei diese häufig automatisch mit abgedeckt sein werden.

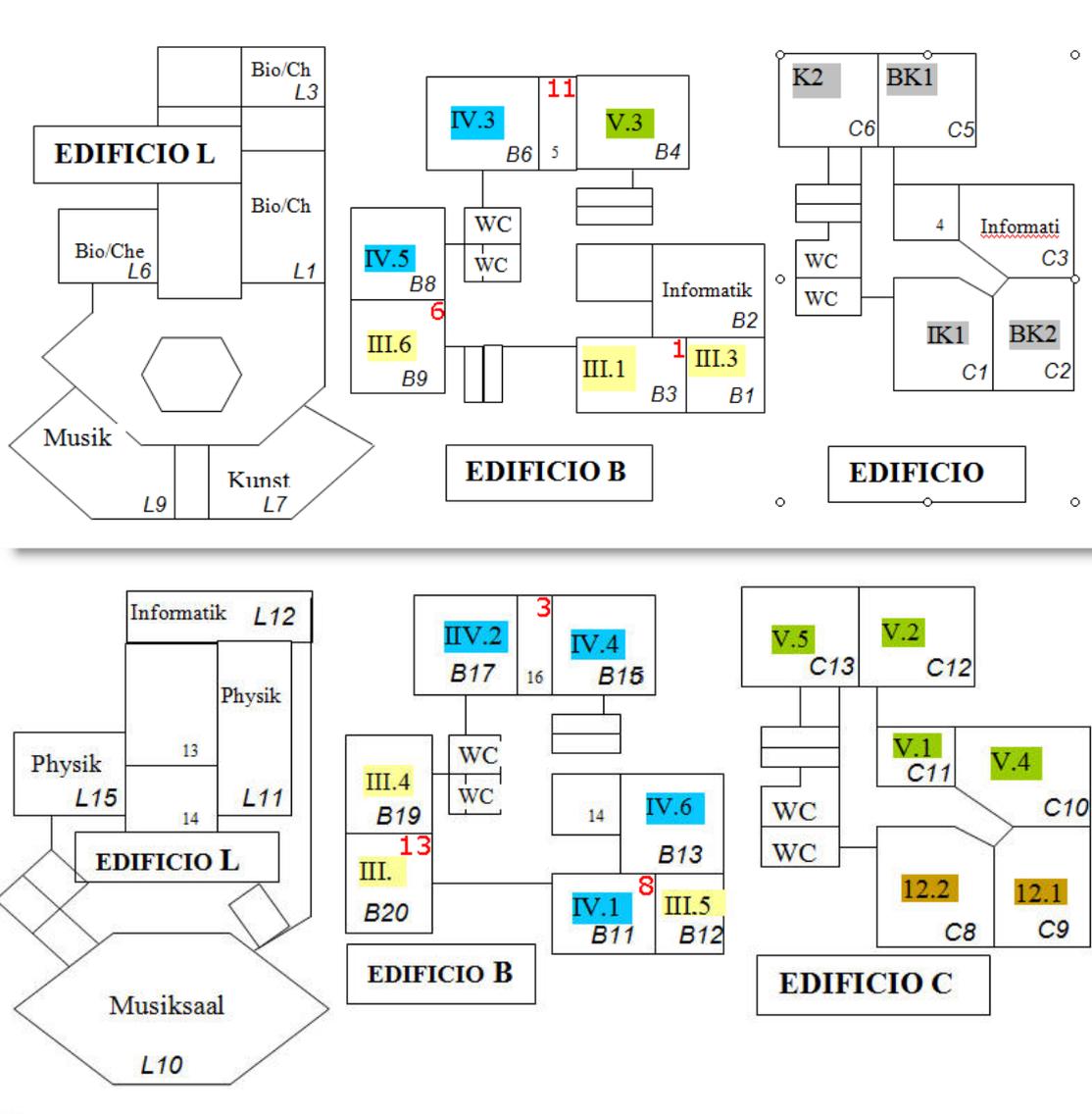
Da die Reichweite von Access-Points in der Regel in Gebäuden sehr begrenzt ist, muss ein gewisses Überangebot von Access-Points existieren. Zudem nimmt die Übertragungsgeschwindigkeit mit zunehmender Distanz zum Access-Point drastisch ab (vergleiche Welti 2001, S. 12). Dieses jedoch ist bei Wireless LAN sowieso schon viel geringer als bei kabelgebundenen Netzwerken, so dass bei hohem Übertragungsbedarf die kabelgebundene Variante immer angeboten werden muss.

Ein großes Problem ist das Übersprechen von Kanälen (vergleiche Welti 2001, S. 18). Die folgende Graphik¹⁴ zeigt deutlich, wie stark sich die Kanäle überschneiden, so dass störungsfrei nur drei verschiedene Kanäle in einem Funkbereich senden können. Insofern sind komplexe Optimierungsarbeiten notwendig, um gleichzeitig überall Abdeckung zu haben und sinnvolle Geschwindigkeiten anbieten zu können.



¹⁴Quelle: <http://paradigma.pt/ja/slog/index.php/2006/05/how-wifi-channels-overlap.html>, diese Quelle ist nicht mehr online.

Für das ein konkretes Gebäude zum Beispiel könnte ich mir vorstellen, dass folgende Konfiguration funktioniert (rote Zahlen):



Um Strahlung muss man sich hingegen keine Sorgen machen. Jedes Handy strahlt mehr als zugelassene Access-Points (vergleiche Welti 2001, S. 14). Allerdings geht von Access-Points beständig Strahlung aus, so dass auch die Summe der Strahlung betrachtet werden muss. Diese ist allerdings immer noch geringer als die typische Handy-Strahlung, die man aufnimmt, wenn man kein Handy bei sich trägt.

Alle Daten, die über ein drahtloses Netzwerk versendet werden, können auch in größerer Entfernung noch mitgeschnitten werden. Sind sie gespeichert, können sie problemlos analysiert werden. Wenn die Daten verschlüsselt sind, ist diese Analyse zwar schwieriger, bei hinreichender Datenmenge aber dennoch möglich. Unsichere Verschlüsselungen wie WEP oder unverschlüsselte Netzwerke, deren Zugriff nur aufgrund der MAC-Adresse eingeschränkt wird, sind wie ein offenes Buch für Interessierte, nur WPA-Verschlüsselung

oder virtuelle, private Netzwerke (VPN) gelten als sicher (vergleiche Welti 2001, S. 20 sowie S. 22).

Daher dürfen keine sensiblen Daten über ein drahtloses Netzwerk verschickt werden. Das beinhaltet insbesondere alle Schülerdaten und Personaldaten. Auch darf von einem drahtlosen Netzwerk keine theoretisch mögliche Verbindung zum Administrations-Netzwerk existieren, eine physikalische Trennung ist absolut notwendig. Im „günstigsten“ Fall wird vandalisiert und es werden Daten gelöscht, was Kosten verursacht, im ungünstigsten Fall ändern Schüler ihre Noten.

Zudem ist zu empfehlen, das drahtlose Netzwerk auf einem anderen Subnetz als die drahtgebundenen Netzwerke laufen zu lassen, damit Broadcast-Pakete das Netzwerk nicht unnötig überlasten. Ein einfacher Router/Gateway kann die beiden Netze miteinander sinnvoll verbinden.

Da das drahtlose Netzwerk hauptsächlich für Lehrer ist, müssen diese auch problemlos Zugriff darauf bekommen. Das bedeutet, dass das Anmelden eines neuen Rechners im Schulnetz von jedem Lehrer selber durchgeführt werden kann. Gleichzeitig müssen an dem Ort, wo die meisten Computer von Lehrern gleichzeitig online gehen, im Lehrerzimmer, genügend kabelgebundene Anschlussmöglichkeiten zur Verfügung stehen, um das drahtlose Netzwerk nicht zu überlasten und eine höhere Zuverlässigkeit für die Lehrer anzubieten (vergleiche Welti 2001, S. 19 und S. 24).

3.1.9 Lautsprecher

Für Videos, multimediale Präsentationen und Sprachwiedergabe, zum Beispiel im Fremdsprachenunterricht, sind Lautsprecher notwendig. Diese müssen ausreichend dimensioniert sein, um den ganzen Klassenraum mit einem unverzerrten und nicht-dröhnenden Klang zu füllen, dürfen aber auch nicht zu laut sein, um danebenliegende Klassen, die eventuell gerade eine Klassenarbeit schreiben, nicht zu stören.

Konkrete Empfehlungen können hier leider aufgrund der Größe des Marktes und der unterschiedlichsten Anforderungen nicht angegeben werden. Selbst pseudo-vergleichbare Größen wie Watt R.M.S. können keinen Anhaltspunkt geben. Hier sind gezielte Testkäufe notwendig, um auf dem Markt verfügbare Systeme zu vergleichen. Generell kann aber gesagt werden, dass ein System aus einem Subwoofer und zwei kleinen sinnvoll aufgehängten Satelliten vollkommen ausreichend sind. Die Lautsprecher sollten auf keinen Fall direkt beim Computer plaziert werden sondern in Stereo-Anordnung um das Bild des Beamers herum. Der Kostenpunkt sollte bei ca. 30 EUR liegen.

3.1.10 Software

Die Frage nach der Software kann in diesem Konzept nicht abschließend beantwortet werden. Ein Mindestpaket an allgemeiner Software kann benannt werden, jedoch müssen die Fachkonferenzen dieses Thema besprechen und ihre eigenen Anforderungen stellen. Diese wären bei kostenlos verfügbarer Software direkt umzusetzen bzw. bei kostenpflichtiger Software von der Schule nach Beschluss anzuschaffen.

Die Computer müssen neben dem an der Schule üblichen Betriebssystem die folgenden Software-Pakete bieten¹⁵.

Kostenpflichtig:

- Ein weit verbreitetes Office-Paket
- Ein Brenn-Programm, eventuell auch kostenlos verfügbar, nur wenn die Computer einen Brenner haben

Frei verfügbar:

- Internet-Programme
 - Firefox, deutsch
- Hilfs-Programme
 - Adobe Acrobat Reader, deutsch
 - Apple Quicktime Player
 - Realmedia Player
 - Windows Mediaplayer
 - VideoLan Client
 - MPEG-2-Codec
 - andere, weit verbreitete Codecs
 - Java Runtime Environment
 - IrfanView
 - SnagIt
 - MindJet MindManager Smart
 - CmapTools
- Anwendungsprogramme
 - OpenOffice.org, mit deutschem, englischen und spanischen Sprachpaket
 - Paint.NET

¹⁵Obwohl ein Lehrer explizit die 2007er-Variante eines weit verbreiteten Betriebssystems fordert, möchte ich mich hier aus zwei Gründen dagegen aussprechen: Die 2001er-Variante eines weit verbreiteten Betriebssystems bietet dieselbe Leistung für die Schule wie die 2007er-Variante, gleichzeitig ist die 2007er-Variante aber selbst nach dem Service Pack 1 eine Quelle von Abstürzen, so dass der Einsatz in produktiven Umgebungen nur sehr selten überhaupt vorgenommen wird. Wenn die Möglichkeit besteht und die derzeitigen Hoffnungen sich bestätigen, kann über den Einsatz der 2009er-Variante nachgedacht werden. Linux ist momentan keine Alternative, weil die Anforderung „leicht und intuitiv zu bedienen“ (S. 6) nicht erfüllt wird.

3.1.11 Zusammenfassung

Nach meinen Empfehlungen müssten folgende Dinge für jeden Klassenraum angeschafft werden:

1x Noname PC 1	269,- EUR
1x Noname Beamer 3	520,- EUR
1x Noname Monitor 1	170,- EUR
1x Noname Tastatur 1	8,- EUR
1x Noname Maus 1	12,- EUR
1x VGA-Splitter	40,- EUR
2x VGA-Kabel (15 m)	26,- EUR
1x Sound-System	30,- EUR
1x Ein weit verbreitetes Betriebssystem in seiner 2001er-Variante	35 EUR
1x Ein weit verbreitetes Office-Paket	51 EUR
1x Lizenz für Serveranbindung	14 EUR
	<hr/>
	1200,- EUR

Hierzu müsste noch für jeden Klassenraum eine Abstellmöglichkeit (vergleiche Kapitel 3.2.1) und bei Bedarf eine Projektionsfläche geschaffen werden sowie die Verdunkelung angepasst werden (vergleiche Kapitel 3.2.3). Hinzu kämen noch Anschaffungen wie Drucker, Netzwerkinfrastruktur¹⁶, Geräte für Lehrerzimmer und Bibliothek, Ersatzteile und weitere Details. Die Anschaffungskosten wären somit in der Summe locker bei 100.000 EUR.

3.2 Konfiguration und Installation

Für einen erfolgreichen Einsatz in der Schule ist es notwendig, die Computer korrekt zu konfigurieren und installieren. Hier muss besondere Sorgfalt angewendet werden, da nach der Konfiguration und insbesondere der Installation nicht mehr viel geändert werden kann.

3.2.1 Position des Computers

Für die Klassenräume der **Grundstufe** ist klar eine seitliche Position des Computers zu empfehlen. Der Computer sollte entweder neben der Tafel auf der Seite, wo nicht das Waschbecken ist, aufgestellt sein, oder an der Seitenwand gegenüber den Fenstern, wobei die Position neben der Tafel wegen der Reflexionen der Fenster besser ist, die Position an der Seitenwand, weil man dann besser das, was man über den Beamer zeigt, sehen kann. Wenn der Computer an der Wand der Tafel ist, sollte das Kabel für die Maus und für die Tastatur unbedingt um 3 m verlängert werden, damit man die Tastatur und die Maus in einen günstigeren Winkel zur Projektionsfläche ziehen kann.

Der Beamer sollte neben die Tafel und über das Waschbecken projizieren. Wenn dies die Seite mit den Fenstern ist, so ist unbedingt auf eine besonders gute Verdunklungsmöglichkeit zu achten.

¹⁶Hier ist schon sehr viel, wenn nicht gar sogar alles vorhanden.

Auf einem fest mit der Wand verbundenen Möbel, an das man sich auch mit mehreren Schülern setzen kann, sollten in direktem Zugriff und Blickfeld der Monitor, die Tastatur und die Maus sein. Vor der Tastatur sollte genügend Platz sein, um ein Heft abzulegen und etwas auf- bzw. abzuschreiben. Die Höhe der Tischplatte sollte sowohl den ergonomischen Anforderungen von Schülern als auch denen von Lehrern entsprechen, hier wird vermutlich ein Kompromiss zu finden sein.

Die Zentraleinheit sowie andere technische Einrichtungen des Computers sollte seitlich unter dem Möbel angebracht sein. Ein Ein- und Ausschalter für den Strom der gesamten Einrichtung (Computer, Monitor, Beamer) sollte hinter dem Möbel an der Wand angebracht sein, so dass er gleichzeitig zugänglich, aber auch nicht versehentlich bedienbar ist.

Die Fernbedienung für den Beamer sollte abgeschlossen oder gar mit einem Draht festgemacht sein, damit sie zwar zur Verfügung steht, aber nicht verloren gehen kann.

In der Nähe des Computermöbels sollte ein VGA-Kabel und eine unbenutzte und regulierte Steckdose verfügbar sein, damit ein Lehrer sein privates Notebook direkt mit dem Beamer verbinden kann. Eine unbenutzte Netzwerkdose oder eine Netzwerkdose und ein freies Netzkabel sollten auch im direkten Zugriff sein.

Eine extra Sicherung halte ich in den Räumen der Grundstufe nicht für notwendig, da sich die Schüler dort in der Regel mit einem Lehrer zusammen aufhalten. Wenn dies nicht so ist, muss eine geeignete Sicherungsmaßnahme installiert werden.

Für die Klassenräume der **Mittel- und Oberstufe** ist zu überlegen, ob es möglich und gewünscht ist, die Kabel bis zum Lehrerpult zu legen. Dort sollte neben dem Lehrerpult ein einfaches Möbel fest und unverrückbar installiert werden, das den Monitor, die Zentraleinheit und weitere technische Einrichtungen beinhaltet, wobei der Monitor durch eine schräge Glasscheibe zu schützen ist. Die Tastatur und Maus sollte durch eine vor dem Monitor anzubringende Tür mit Kabelausgang (damit bei geschlossener Tür die Maus und die Tastatur draußen sein können) gesichert sein, ebenso sollten hier ein VGA-Kabel für den Anschluss eines Notebooks sowie eine eigene Netzwerkdose oder die Netzwerkdose für den Computer mit einem weiteren Netzkabel vorhanden sein, ebenso eine freie, regulierte Steckdose. Die Projektion sollte in diesem Fall auf die Wand neben der Tafel auf der dem Fenster abgewandten Seite sein.

Diese Möglichkeit ist nur dann sinnvoll, wenn die Kabel *im* Boden verlegt werden (günstigstens in einem Rohr, das zukunftsfähig dick genug ist), oder wenn die Kabel an einer festen Eisenstange in einem Kabelkanal bis zur Decke verlegt werden. Wenn die Kabel in einem Kabelkanal verlegt werden sollen, möge man es bitte gleich lassen. Es ist zu bedenken, die Stromkabel nicht parallel zu den Datenkabeln zu legen oder die Datenkabel extra abzuschirmen.

Wenn dies nicht möglich oder gewünscht ist, weil es das Pult fixiert, sollte das Möbel für die Computer an der Wand der Tafel auf der dem Waschbecken gegenüberliegenden Seite fest an der Wand montiert werden. Das Möbel für die Mittelstufe sollte so konstruiert sein, das der Bildschirm hinter einer Glasscheibe gesichert ist und die Tastatur und die Maus wegschließbar sind. Die Zentraleinheit sollte auch unter der Tischplatte weggeschlossen sein, jedoch sollte die Tür für den Zugriff auf die Zentraleinheit so sein, dass man sie

öffnen kann und offen lassen kann. Kabel sollten wie für die Grundschule verfügbar sein, jedoch innerhalb eines abschließbaren Bereichs. Die Tischhöhe muss natürlich für Schüler der Mittelstufe bzw. Schüler der Oberstufe angepasst werden. Die Projektion sollte wiederum über dem Waschbecken sein, und die Tastatur und die Maus jeweils um mindestens 3 m verlängert werden. Wenn die Projektionsfläche am Fenster ist, muss für eine extra gute Verdunkelung bei der Tafelwand gesorgt werden.

3.2.2 Weitere Computer

In den Bibliotheken und in den Lehrerzimmern sollten mehrere Stationen ohne Beamer aber ansonsten identisch konfiguriert zur Verfügung stehen, damit Schüler und Lehrer diese verwenden können. Diese Computer sind unabhängig von den Computern in den Lehrerarbeitszimmern oder Computerräumen zu sehen, die andere Anforderungen haben.

3.2.3 Verdunkelung

Generell ist die Verdunkelung in Humboldt I sowie in Humboldt II in den Klassenräumen nicht ausreichend. Hier müssen effektivere und weniger anfällige Lösungen gesucht und gefunden werden. Nicht nur für Overheadprojektoren, sondern auch für Beamer gilt: je dunkler der Raum, desto besser ist etwas zu erkennen. Gerade im Sommer, wenn die Sonne scheint, und man in einem Raum mit nicht-verdunkelten Scheiben ist (was in den meisten Klassenräumen der Fall ist), ist es momentan selbst mit „Verdunkelung“ schwer möglich, mit einem Overheadprojektor etwas auf Folien zu erkennen, für Beamer gilt dies umso mehr. Zudem muss die Bedienung der Verdunkelung einfach sein, normale Rolläden mögen zwar für Haus- oder Bürobedarf geeignet sein, für die Schule und unbedarfte Schüler sind sie es definitiv nicht.

Ich schlage daher vor, in allen Klassenräumen Verdunklungen anzubringen, die außen angebracht sind und sich von innen über einen Schalter elektrisch bedienen lassen. Das verringert die Anfälligkeit und erhöht die Effektivität zur Verdunklung und sorgt nebenbei dafür, dass es in den Klassenräumen kühler ist (eine innen angebrachte Verdunklung hält die Hitze nicht ab).

Bei der Verdunkelung ist des weiteren zu beachten, dass *alle* Lichtöffnungen, also auch kleinere Fenster, die weiter oben sind, verdunkelt werden können oder generell verdunkelt sind.

Ist eine Verdunkelung nicht besser lösbar, so müssen unbedingt lichtstärkere Beamer angeschafft werden als vorgeschlagen, 4000 Lumen ist hier das Minimum. Dies hat jedoch größere Anschaffungskosten, Wartungskosten und eine höhere Geräuschkentwicklung zur Folge.

3.3 Unterstützung des Kollegiums

Computer in Klassenräumen sind ineffektiv, wenn das Kollegium nicht aktiv in ihrem Einsatz unterstützt wird. Diese Unterstützung sollte auf drei Säulen basieren.

3.3.1 Hardware für Lehrer

Die Schule sollte unbedingt exakt dieselben Computer mit exakt derselben Konfiguration¹⁷ allen Lehrern zum Selbstkostenpreis anbieten¹⁸. So können sich die Lehrer zuhause mit dem Gerät vertraut machen, deren Einsatz im Unterricht passgenau vorbereiten und kennen das Gerät gut, um es schnell und effizient einsetzen zu können.

Ein interessanter Nebeneffekt ist, dass die Lehrer, die sich bisher nicht so intensiv mit dem Computer als Werkzeug im Unterricht befasst haben, so ohne Druck und in häuslicher Umgebung den Umgang erlernen können.

3.3.2 Fortbildungen

Selbstverständlich ist die Bedienung von Computern und Beamern im Klassenzimmer nicht. Technisch interessierte Menschen können Computer und Beamer oftmals problemlos bedienen und denken gar nicht daran, dass für ungeübte Menschen viele Hürden entstehen können, die nicht offensichtlich sind. Daher müssen für die verschiedenen Anforderungsstufen Fortbildungen angeboten werden. Diese müssen den praktischen und konkreten Umgang mit der in allen Klassenzimmern zu installierenden Hard- und Software beibringen und gleichzeitig eine System-unabhängige Komponente enthalten, damit die Lehrer das Erlernte auf allen Computern anwenden können. Die Fortbilder müssen selber Lehrer sein und wissen, was pädagogisch notwendig ist, gleichzeitig aber auch ein fundiertes Wissen über Hard- und Software haben, um ein kompetenter Ansprechpartner zu sein. Dabei sind Fortbildungen, die das Anwenden der Geräte betrifft von Fortbildungen zu trennen, die pädagogisch sinnvolle Einsatzmöglichkeiten im Unterricht erläutern.

Konkreter Fortbildungsbedarf ist für folgende Themen:

- Korrektes An- und Ausschalten, Ein- und Ausloggen, Drucken
- CD, MP3, DVD wiedergeben
- Brainstorming am Beamer
- Lesbare Präsentationen erstellen

3.3.3 Support, Support, Support

Dieses Kapitel ist unter dem Wissen der Lohnkosten in Perú entstanden, für Länder mit höheren Lohnkosten müssten hier Alternativen bedacht werden.

¹⁷Allerdings sollten zwei Unterschiede gemacht werden: Eine Einbindung in das schulinterne Netz ist praktisch unmöglich und hinderlich und sollte gegenüber einem allgemein möglichen Login getauscht werden, wobei ein zusätzlicher Administratorbenutzer mit Passwort dem Lehrer eingerichtet werden sollte, zudem muss überprüft werden, ob die günstigere Variante der 2001er-Variante eines weit verbreiteten Betriebssystems nicht ausreicht.

¹⁸Diese zunächst seltsam erscheinende Forderung ist so effektiv, dass sogar Grepper 2001, S. 15 dies explizit fordern.

Ein funktionierender Support sowohl für die Geräte als auch für die Anwender (Lehrer *und* Schüler) ist eine kritische Voraussetzung für den funktionierenden Einsatz. Wenn ein Gerät nur unregelmäßig funktioniert, wird es nicht genutzt. Wenn das Gerät nicht so funktioniert, wie man es erwartet, wird es nicht genutzt. Daher ist eine dreifache Unterstützung zu fordern:

Die Geräte selber müssen regelmäßig gewartet werden¹⁹, das gilt sowohl für die Hardware als auch für die Software. Im Kapitel 3.4 wird hierauf extra eingegangen. Es ist notwendig, dass die Computer eine hohe Verfügbarkeit haben, wenn auch nicht unbedingt eine so hohe wie in Industriebetrieben (vergleiche Grepper 2001, S. 38), eine Verfügbarkeit von 99% ist ausreichend. Die Installation neuer Software sollte in regelmäßigen Intervallen passieren, zum Beispiel vor Beginn eines neuen Quartals (vergleiche Grepper 2001, S. 19).

Die Lehrer sollten die Möglichkeit haben, ihre Probleme mit den Computern, explizit auch den Computern, die sie zuhause für die Schule einsetzen, in Sprechstunden²⁰ mit Experten besprechen zu können. Wie Grepper 2001, S. 27 fordert und von Hartmann 2006, S. 11 ff.²¹ weitergeführt wird, ist eine informelle Lösung, in der erfahrene Kollegen im Lehrerzimmer den weniger erfahrenen weiterhelfen auf die Dauer unbefriedigend, weil die erfahrenen Kollegen viel mehr leisten, als für was sie bezahlt werden (und eine Flasche Wein für eine Neuinstallation des Systems eben nicht hinreichend ist) oder Zeit haben. Die anderen Kollegen müssen den erfahrenen Kollegen gegenüber ihre Inkompetenz in bestimmten Gebieten offenbaren und sind somit auch daran gehindert, diese Hilfe in Anspruch zu nehmen.

Darüber hinaus muss eine während der Betriebszeiten der Schule (das ist heutzutage häufig von 07:00 Uhr morgens bis 16:00 Uhr abends) eine Möglichkeit gegeben sein, jederzeit jemanden bei dringendem Bedarf direkt zu erreichen. Das bedeutet nicht, dass alle Probleme innerhalb von 10 Minuten gelöst sein müssen, aber es muss die Möglichkeit bestehen, immer jemanden telefonisch oder persönlich zu erreichen. Insbesondere vor der Schule, in den Pausen und während der Mittagspause müssen Möglichkeiten existieren, einen Support direkt zu erreichen. Dies sollte durch sinnvolle Vorgaben für die Arbeitszeit von den entsprechenden Mitarbeitern geregelt werden, so dass zum Beispiel die Mittagspausen nicht alle zeitgleich sondern verschoben sind, und gleichzeitig auch so, dass nicht alle entsprechenden Mitarbeiter gleichzeitig an einem Problem arbeiten, so dass nicht dringend erforderlich ist, sondern dass ein Ansprechpartner zur Verfügung steht.

Insgesamt erfordert der Support ein nicht unerhebliches Maß an personellem Einsatz, laut dem Empfehlungen von Grepper 2001, S. 15 wäre das eine ganze Stelle, die hierfür verantwortlich ist und sich nicht zusätzlich um andere Dinge kümmern kann. Dieser (nicht zuletzt auch finanzielle) Aufwand ist sinnvoll investiert, da dann die Verwendung

¹⁹Hierbei ist vor allem wichtig, dass dies geplant und zuverlässig passiert, Grepper 2001, S. 21 weist hier extra drauf hin.

²⁰Eine Sprechstunde in diesem Sinne ist ein Zeitraum, der ausreichend groß ist, um den Bedarf zu decken, und der so terminiert ist, dass ein Großteil der Bedürftigen ohne Aufwand zu diesem Zeitpunkt auch zur Verfügung steht. Eine Sprechstunde, die nur am Vormittag liegt, kann nicht von allen genutzt werden, weil am Vormittag normalerweise unterrichtet wird. Eine Sprechstunde, die erst um 16:00 Uhr beginnt, wird von vielen nicht wahrgenommen, weil dann viele nicht mehr in der Schule sind.

²¹Dort steht sogar: „Es ist eine Aufgabe der Schulleitung, für professionelle Strukturen in Sachen ICT-Wartung und -Support zu sorgen.“ (Hartmann 2006, S. 12)

von Computern im Unterricht sinnvoll und einfach möglich wird.

An dieser Stelle möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass hier die Chance besteht, Schüler in den Prozess mit einzubinden. Schüler kennen sich häufig gut mit Computern aus und haben Interesse daran, mitzuhelfen. Im Sinne eines alltagstauglichen Lernens in der Schule können Schüler hier in durchaus geschützter Umgebung sowohl fachlich als auch sozial lernen. Sie können bei der Wartung und beim Support hilfreich sein (vergleiche mit den konkreten Vorschlägen von Grepper 2001, S. 29, S. 30, S. 31 und S. 32). Allerdings setzt dies eine pädagogisch verantwortliches Wartungs- und Supportkonzept und den aktiven Willen der entsprechenden Mitarbeiter voraus, damit die Schüler gerne helfen. Eine von Grepper 2001, S. 29 vorgeschlagene Entlohnung der Schüler ist kritisch zu hinterfragen, da sie als Kinderarbeit angesehen werden könnte. Hier könnten andere Belohnungen sinnvoll sein²².

3.4 Wartung und Pflege

Hardware und Software muss gepflegt werden. Beamer-Filter müssen regelmäßig gesäubert werden, Tastaturen und Mäuse müssen gereinigt werden und Kabel und Stecker für Lehrer-Notebook müssen mit Kontakt-Spray gepflegt werden. Dies sollte im Halbjahresrhythmus oder nach Bedarf geschehen, was auch immer früher eintritt.

Auch Software muss gepflegt werden. Da die Computer alle homogen sind, ist das einzig Sinnvolle, ein Image zu erstellen und auf allen Computern regelmäßig zu installieren, zum Beispiel vor jedem neuen Quartal (vergleiche auch Grepper 2001, S. 20). Wenn der Softwarebedarf hinreichend früh evaluiert wird, ist ein häufigerer Updatezyklus nicht notwendig (vergleiche Grepper 2001, S. 19), er würde den Unterrichtsablauf nur stören. Hierfür ist es allerdings unbedingt notwendig, dass die Installation hinreichend geprüft wird: jedes Programm muss mit einem normalen Benutzer gestartet werden, es muss vollständig konfiguriert sein, bei Programmen, die für jeden Benutzer eine eigene Konfiguration anlegen, muss diese vorher geklont werden. Zudem müssen alle Lehrer über die zu erwartenden Änderungen für das neue Bimester hinreichend vorher informiert werden, damit sie sich auf die neue Situation einstellen können, idealerweise können sie hierzu ihre privat gekauften mit den Schulcomputern identischen Computer vorbeibringen, um dort eine Kopie des Images installiert zu bekommen²³.

Es gibt verschiedene Verbrauchsmaterialien, die immer in hinreichender Anzahl vorrätig sein müssen. Dies sind vor allem Birnen für die Beamer, aber auch Mäuse und Tastaturen. Generell ist es zu empfehlen, mindestens ein weiteres vollständig konfiguriertes Gerät in jedem Standort vorzuhalten, damit defekte Geräte ausgetauscht werden können und in Ruhe repariert oder ersetzt werden können.

²²Eine Möglichkeit wäre zum Beispiel, dass sich die Schule verpflichtet, für jede geleistete Stunde ein von den Schülern gewähltes soziales Projekt mit einem bestimmten Betrag zu unterstützen, quasi wie bei einem Sponsorenlauf.

²³Dies birgt allerdings den zusätzlichen Aufwand der parallelen Pflege eines anderen Images, das auf der Grundlage des zuhause sich befindlichen Netzes, und zudem die Disziplin der Lehrer, alle ihre Daten *nicht* auf dem Computer zu speichern. Die Nutzen sind allerdings auch nicht von der Hand zu weisen, weil die Lehrer so über Jahre hinweg zuhause parallel arbeiten können.

3.5 Evaluation der Benutzung und weiteren Bedarfs

Die Benutzung der Computer sollte regelmäßig evaluiert und bei Bedarf angepasst werden. So sind zum Beispiel anonymisierte Statistiken über die Häufigkeit der Verwendung der Computer in den verschiedenen Klassenstufen aufschlussreich darüber, ob der Computer als Werkzeug verwendet wird. Regelmäßige Umfragen²⁴ können den zusätzlichen generellen Bedarf von Hard- und Software systematisch erfassen, während informelle Gespräche den akuten Bedarf deutlich werden lassen können.

Die Fachkonferenzen aller Fächer könnten als einen jährlichen Tagesordnungspunkt den Stand der Verwendung von didaktischer oder allgemeiner Software in ihrem Fach diskutieren und zurück melden, um ein breites Bild über den konkreten Einsatz der Geräte zu bekommen. Ergänzend oder alternativ könnten die Fachleiter mit einem Fragebogen die Situation aus Fachsicht beschreiben.

4 Fazit

Insgesamt muss man sagen, dass ein wirklich sinnvoller Einsatz von Computern in Klassenzimmern mehr fordert, als es auf dem ersten Blick scheint. An vorderster Stelle steht hier ein *großer Wille*, der von Schulleitung, Kollegium und den Servicebereichen geboten werden muss. Durch die Evaluation kann zumindest sicher gesagt werden, dass das Kollegium hier willens ist und großen Bedarf anmeldet.

An zweiter Stelle ist festzustellen, dass eine *professionelle Umsetzung* dieses Konzeptes das A und O seines Gelingens ist. Wie anfangs erwähnt ist es unbedingt notwendig, das Konzept als Ganzes zu sehen und umzusetzen und nicht nur Teile davon, da vieles sich gegenseitig bedingt.

Drittens kann aber auch gesagt werden, dass Computer in Klassenräumen ein *großes Potenzial* bilden, Unterricht fast jeglicher Form zu bereichern, sei es als Medienabspielmöglichkeit (Bild, Klang und Video), sei es als bessere Tafel (zum Beispiel für Brainstorming, digitale Dokumentation oder gar Funktionsplotter in Mathematik und deren Anwendungen), sei es als Präsentationsmöglichkeit für Lehrer und Schüler oder sei es als Lernplattform für Schüler. Die Allgegenwärtigkeit des Internet kann geregelt und der Umgang damit gelernt werden.

5 Literatur und weitere Informationsquellen

Zu diesem Thema gibt es wenige zuverlässige Literatur, die sowohl die pädagogischen als auch die technischen Belange hinreichend beachtet. Die Schweiz hat sich um diese Fragestellung intensiver bemüht als Deutschland, so dass die Literatur von Grepper 2001, Hartmann 2006 und Welti 2001 im schweizerischen Umfeld entstanden ist. Dennoch ist sie ohne Weiteres auf die deutsche und peruanische Situation übertragbar, wenn man davon

²⁴Zum Beispiel im 1-Jahres-Rhythmus oder im 3-Jahres-Rhythmus.

absieht, dass an der Humboldt-Schule schon vier Nicht-Lehrer für genau solche Aufgaben angestellt sind.

GREPPER, YVAN und DÖBELI, BEAT: *Empfehlungen zu Beschaffung und Betrieb von Informatikmitteln an allgemeinbildenden Schulen*. ETH Zürich, 3. Auflage, 2001.

URL: <http://www.swisseduc.ch/informatik/berichte/wartung/docs/wartung.pdf>.

HARTMANN, WERNER, NÄF, MICHAEL und REICHERT RAIMOND: *Informatikunterricht planen und durchführen*. Springer, 2006.

STOLL, CLIFFORD: *LogOut – Warum Computer nichts im Klassenzimmer zu suchen haben und andere High-Tech-Ketzereien*. Fischer, 1999.

WELTI, CHRIS und DÖBELI, BEAT: *Empfehlungen zur Kabellosen Vernetzung von Computern an Schulen*. ETH Zürich, 2. Auflage, 2001.

URL: <http://beat.doebe.li/publications/berichte/wireless/docs/wireless.pdf>.

6 Anhang: Umfrage

Umfrage zu: Computer in Klassenräumen

Die Umfrage ist anonym und freiwillig. Bitte bis zum Montag, den 1. Juni in das Fach DAT legen.

Ich unterrichte in

- H I/Grundschule.....
- H I/Mittelstufe.....
- H II/Oberstufe.....
- Institut.....

Ich unterrichte in

- Klassenräumen.....
- Fachräumen mit mindestens einem Computer.....
- Fachräumen ohne Computer.....

Ich habe früher schon in Klassenräumen mit einem fest installierten Beamer gearbeitet.....

Ich habe früher schon in Klassenräumen mit mindestens einem fest installierten Computer gearbeitet...

Ich würde einen im Klassenraum fest installierten Beamer benutzen:

- täglich wöchentlich zweiwöchentlich monatlich weniger als monatlich

Ich würde einen im Klassenraum fest installierten Computer benutzen:

- täglich wöchentlich zweiwöchentlich monatlich weniger als monatlich

Wie wichtig ist mir:

-- - o + ++

Ich will in jedem Klassenraum einen Beamer

Ich will in jedem Klassenraum einen fest installierten Computer

- mit Internet
- mit Musik-Abspielmöglichkeit
- mit DVD-Abspielmöglichkeit
- mit Powerpoint-Abspielmöglichkeit (Player)
- mit vollständigen Office-Programmen
- mit Fachsoftware (Freeware)
- mit Fachsoftware (Buyware)
- mit zentraler Druckmöglichkeit
- mit einem Drucker im Klassenzimmer
- mit der Möglichkeit, dass Schüler(innen) sich selber einloggen

Sinnvolle Sachen, die man mit einem solchen Computer machen könnte:

Unnötige Funktionen, die der Computer nicht braucht:

Gefahren, die für diesen Computer oder von diesem Computer drohen (sowohl pädagogisch als auch für die Sachen):

Welche Software sollte installiert sein?

Wo sollte ein solcher Computer stehen?

Weitere Vorschläge sind herzlich willkommen. Vielen Dank.