Ausstattungsrichtlinien „e-learning an Schulen“

Christian Dorninger, Christian Schrack

Schulische e-Lernumgebungen

An Österreichs weiterführenden Schulen (AHS, BMHS, Berufsschulen) werden vermehrt sogenannte „NotebookPC-Klassen“ eingerichtet. In diesen Klassen verfügt jeder Schüler/jede Schülerin über ein eigenes Notebook, das sowohl im Unterricht als auch bei den Unterrichts- und Prüfungsvor- und -nachbereitungen zu Hause Verwendung findet. Der Einsatz von NotebookPCs in den Klassenräumen hat neben den didaktischen auch raumrelevente Auswirkungen. Deshalb ist es notwendig, die Schulstandorte bei der Einrichtung der Klassenräume von NotebookPC-Klassen mit entsprechenden Empfehlungen zu unterstützen. NotebookPC-Klassen werden vornehmlich auf Initiative der jeweiligen Schule an bestehenden Standorten eingerichtet, weshalb man von vorhandenen, teilweise recht unterschiedlichen Klassenräumen ausgehen muss, für die die bestmöglichen Unterrichts-bedingungen geschaffen werden sollen. Die folgenden Empfehlungen basieren auf den Erfahrungen der Schulstandorte, die ab 1998 begonnen haben, den Einsatz von Notebook-PCs für alle Schüler einer Klasse zu erproben. Die getätigten Aussagen sind daher empirische Erkenntnisse eben dieser bisher ca. 130 Standorte, die laufend aktualisiert werden.

A. Grundsätzliches

Die fortschreitenden Technologien in der Datenübertragung und bei der Ausleuchtung von Räumen mit Datenwolken oder „Hot Spots“ lassen Überlegungen zu, eine Umorganisation von IT und EDV-Einrichtungen am Schulstandort zu planen (der zentrale Begriff ist „e-learning-Environments“).

Dabei geht es darum, alle Unterrichts- und Verwaltungsbereiche mit einem Funk-Datenstrom zu erfüllen, der eine rein softwaremäßige Zu- oder Abschaltung von Endgeräten im Rahmen dieser schulischen Funkwolke gestattet. Damit wäre eine maximale Flexibilität erreicht, da schüler- und lehrerbetriebene elektronische Kommunikationsgeräte, in welcher Form auch immer (Desktop, Notebook, PDA, PalmPC, Webclient, Smarthandy u.a.) völlig ortsunabhängig im Funk-Datenstrom verwendet werden können.

Dies eröffnet die Möglichkeit, auch beliebige mehrdimensionale Lehr- und Lernarrangements unabhängig von Verkabelungen und fixierten Schulmöbeln praktizieren zu können. Pädagogisch gesehen, ist der Wechsel des Lernortes (Klasse, Gruppe, Bibliothek, Sondersaal, Labor, andere Lernorte in der Schulliegenschaft, Praxisphasen in Betrieben etc.) unter Beibehaltung der persönlichen elektronischen Kommunikationssituation eine wichtige Erfahrung, die dann auch im Berufsleben und Studium eine große Rolle spielt. Die laufende Synchronisation der persönlichen Datenbestände ist eine ganz wichtige „Arbeitstechnik“ in Betrieben; sie kann in Schulumgebungen gelernt werden („Remote“-Learning). Im Sinne einer aktiven Gender-Mainstreaming-Politik werden durch derartige e-learning Environments Mädchen in demselben Maße angesprochen wie Burschen.

EinigeViele IT/EDV-Sondersäle würden einem „KlassenPC“-Konzept oder Klassen-Stationenbetrieb weichen – eine „neue“ Balance zwischen (reduziertem) Sondersaalbetrieb und NotebookPC-Klassen wird sich einstellen.. Wichtig dabei ist, den PC nicht nur als Ausstattung der Schule (und Schulräume) zu sehen, sondern als persönliches Arbeitsutensil, ev. auch Unterrichtsmittel von Lehrenden und Schülern, das auch in die unterschiedlichen Unterrichtssituationen „mitgenommen“ wird. Der in letzter Zeit beobachtbare dramatische Preisverfall bei NotebookPCs durch den Wechsel zum persönlichen Massenprodukt bestätigt diese These.

In einer ersten Phase wird man auf Sondersäle nicht grundsätzlich verzichten können, da tragbare PCs oder Kommunikationsgeräte nicht für alle Arbeitsformen und Gegenstände geeignet sind und man den persönlichen PC im Unterricht nicht vorschreiben kann (siehe Kap. E). Trotzdem wird in Ableitung eines fachdidaktisch-pädagogischen Konzeptes die Anzahl der Klassen und Lerngruppen mit Mobile Computing – Aussttattung mittelfristig zunehmen.

Die konkreten Ausstattungserfordernisse werden, nach elektronischen Geräten, Möblierung und Beleuchtung unterschieden, in der Folge vorgestellt:

B. Einrichtung und Ausstattung – elektronische Geräte

B.1. Für Notebook-Klassen

1. Medienausstattung

- Klassen-PC mit DVD/Multimedia-Laufwerk;
- Tonanlage mit Lautsprecher (für das Fremdsprachenlernen); Headset, Mikrophon, Digitalkamera (bei guter Auslastung);
- Netzwerkdrucker;
- Videobeam > 2000 ANSI-Lumen (an der Decke montiert),

Videoeingangs/ausgangssplitter oder TCP/IP Netzwerkanschluss (ermöglicht Präsentation vom PC, Notebook oder über das Netzwerkanschluss);

2. Verkabelung (4-6 Anschlüsse);

3. Skalierbares WLAN 802.11g 54 Mbit

Bei vielen Endgeräten (Ausbau von 200 bzw. 500 SchülerInnen) sollte ein Datenserver (Betrieb, Anmeldung, Drucker) und ein „Kommunikationsserver“ (Web-, FTP- und E-Mails) mit jeweils ähnlicher Auslegung wie oben angegeben aufgebaut werden. Es empfiehlt sich für kleine Schulen (unter 200 SchülerInnen), einen eigenen Fileserver einzurichten. Die SchülernotebookPCs sollen sicherheitstechnisch (siehe auch Kap.B2.) einen Mindestzustand aufweisen: Installierte Software, installierte Dienste, aktueller Virenschutz, aktuelle Updates.

Die Software-Lizenzen von System- und Anwendungssoftware für schuleigene PCs, NotebookPCs und Lehrer-„Heimlizenzen“ müssen sauber geklärt sein. Für die logistische (softwaremäßige) klassenspezifische Kommunikation sind auch spezielle „Klassenraum-Management“-Produkte wie „NetOpSchool“ oder „Mastereye“ gut verwendbar, durch die die vernetzen Geräte miteinander zu pädagogischen Zwecken verknüpft werden können. Da diese Werkzeuge oft recht ressourcenintensiv sind und pädagogische Überlegungen auch teilweise dagegen sprechen, können auch andere Überlegungen mit anderen Plattformen oder Features von aktuellen Netzwerkbetriebssystemens („Netmeeting“) verwendet werden.

B.2. Verkabelung oder Funk?

Die Frage, ob verkabelt werden soll oder bereits mit Funk- oder wireless WaveLAN gearbeitet wird, lässt sich technisch immer mehr zugunsten des wireless-LAN beantworten. Wie entsprechende Messungen elektromagnetischer Felder vom TÜV-Österreich in NotebookPC-Klassen zeigten, liegen die Werte in allen Frequenzbereichen um mehr als einen Faktor 1000 unter den zulässigen Grenzwerten. So wurden für Bildschirme und Funk-LANs Elektrosmogs um 0,001 nTesla gemessen; eine Haartrockenhaube bringt es im Vergleich auf 0,012 nTesla. Der maximal zulässige Grenzwert ist 5 nT.

Bei der Verkabelung empfiehlt sich ein Cat6-Standard, ein Switch mit einer Kapazität um die 100 Mbyte Datenfluss und eventuell eine Unterbrechung der Netzwerkswitch-Stromversorgung mit Schlüsselschalter.

Für die Sicherheit in der Notebook-Klasse ist ein durchdachtes Sicherheitskonzept notwendig (Schutz vor unberechtigtem Zutritt, Virenschutz, An- und Ausdocken der NotebookPCs, Quarantäne für verseuchte Geräte). Es empfiehlt sich, die SchülerNotebookPCs als Geräte eines Schulaussennetzes anzusehen und eine Firewall am Router zu installieren. In den Klassen darf es für SchülerInnen keine Möglichkeit geben, sich in den Netzwerkverkehr vor dem Access Point (bzw. Firewall) einzuklinken.

Bei den Wave/FunkLANs müssen „Access-Points“ (ab 10 11 MBit/s) für eine Klasse montiert werden.Daher empfiehlt sich folgendes **Netzwerkmodell**:

- Internetanschluss größer 2 bis 10 MBit/s;
- Leistungsfähige Firewall gegenüber dem Internet, Ebene 1 – Portsperre; Ebene 2 - benutzergenaue Mengenmessung;
- Ein Lernplattformserver, ein Datenserver, ein Spooler;
- Innenrouter bzw. Layer-3 Switch mit der Möglichkeit zu VLan ;
- Funknetz und Sonderräume.

Die NotebookPCs sind bezüglich Sicherheitskonzept als „Außennetz“ anzusehen. Es ist die Möglichkeit vorzusehen, einen Switch mit virtuellen LANs (VLan) für die NotebookPCs einzurich-ten.

B.3. Informations- und Energiefluss

Als **Informationsbandbreite** kann man davon ausgehen, dass bei mittelgroßen Schulen schulintern eine 100 MBit/s-Leitung notwendig ist. Der Internetanschluss nach außssen sollte je nach Schulgröße 2 bis 10 Mbit/s download und 512 kbit/s bis 2MBit/s upload betragen. Das monatliche Datenvolumen wird um 20 bis 100 GByte liegen.

Als elektrische Anschlussleistung für eine NotebookPC-Klasse empfiehlt sich 3 –5 kW (für 30 NotebookPCs und der Rest für Server und Projektionseinrichtungen). Mindestens mindestens 220 V Spannungsversorgung soll am Schülertisch eingeleitet sein (eine Überlastung der Steigleitung sollte vermieden werden). Der Fehlerstromschutzschalter soll für den Lehrer in der Klasse leicht erreichbar sein.

Natürlich müssen auch für Lernmanagementsysteme und Onlinedienste Leitungs- und Organisationsressourcen berechnet werden.

Je nach didaktisch-pädagogischen Konzept ist vorzusehen:

B.4. Klassen-Stationenbetrieb in unteren Schulstufen

- PC Geräte-Wagen (mit Accesspoint, Drucker u.a.) mit für das dislozierten Arbeiten,
- drei bis vier PCs pro Klasse (z.B. für Stationenbetrieb und offene Lernformen),
- Einzel-PCs in jeder Klasse und Projektionsgerät,
- später ev. ergänzt durch Schüler-Palms oder PDAs.

B.5. Für völlig dislozierte Arbeitsformen

(Exkursionen, Praktika, Lehrausbildung im Betrieb, Schüler/innen mit Leistungssport in Trainingslagern) sollten Verbindungen mit NotebookPC und GPRS/UMTS-Mobiltelefonie/WLan Hotspots („Smarthandies“) sowie Voice over IP-erprobt werden.

C. Möblierung

C.1. Ergonomische Standards einhalten

Ergonomische Standards bei der Möblierung von NotebookPC-Klassen sind einzuhalten. Auf zwei Aspekte soll speziell verwiesen werden:

Die Tische sollen zumindest 65 bis 80 cm tief sein, um PC und Schreibunterlage gut unterbringen zu können.

Die Situation mit den unterschiedlichen Arbeitshöhen von NotebookPC und Schreibunterlage kann man am preisgünstigsten durch höhenverstellbare Sessel mit Fußstütze lösen. Die Höhenverstellbarkeit soll ca. 10 cm betragen. Auch andere Lösungen sind zu diskutieren.

C.2. Verwahrung der NotebookPCs

In den Klassenräumen bedarf es einer Einrichtung zur individuellen Verwahrung der NotebookPCs. Diese müssen auch individuell versperrbar sein. Dazu bieten sich Kästchenschränke mit Vorhängeschlössern an (wird auch bei Abschluss einer Versicherung für die Notebooks an). Der Klassenraum ist bei Dislozierung der Lehrenden und SchülerInnen versperrt zu halten (siehe auch B2. Sicherheitskonzept). Schulorganisatorisch sollten NotebookPC-Klassen daher keine Wanderklassen sein !

D. Beleuchtung

Da es sich bei Notebooks um bewegliche Geräte handelt, kommt der entsprechenden Aufstellung im Betrieb große Bedeutung zu. Die Geräte sind immer wieder so aufzustellen, dass weder durch Tages- noch durch Kunstlicht Blendungen und Spiegelungen am Bildschirm sowie übermäßig hohe Leuchtdichteunterschiede im Blickfeld auftreten. Die SchülerInnen sind in Hinblick auf ihre eignen Konzentrationsfähigkeit entsprechend zu informieren.

D.1. Natürliche Beleuchtung

Für NotebookPC-Klassen, in die während der Unterrichtszeit Sonnenlicht einfallen kann, ist ein einstellbarer Sonnen- und Blendschutz ein adäquates Mittel, um Spiegelungen auf den Bildschirmen zu vermeiden

D.2. Künstliche Beleuchtung

Auf eine normgemäße Gleichmäßigkeit der Leuchtdichteverhältnisse (Allgemeinbeleuchtung zu Bildschirmarbeitsplatzbeleuchtung) ist zu achten. Als Richtmaß kann die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärken von mindestens 1 : 1,5 herangezogen werden.

Für die Beleuchtungsstärke von Unterrichtsräumen mit Notebooks gelten ebenso wie für allgemeine Unterrichtsräume 300 Lux installiert, wobei um Reflexblendungen über vertikale Flächen zu vermeiden, die entsprechende Lichtverteilung der Beleuchtungskörper ausschlaggebend ist (vorwiegend tiefstrahlend).

Flächenabschaltungen der Beleuchtungssegmente sind für den Wechsel zum „Beamervor-trag“ vorteilhaft.

E. Sonderunterrichtsräume

Sonderunterrichtsräume spielen eine zwar rückläufige, aber immer noch notwendige Rolle im immer stärker Computer unterstütztem Unterrichtsgeschehen. PC-Sondersäle sind für das Anlernen der Grundfertigkeiten vor dem Eintritt in die NotebookPC-Klasse und für Spezialausbildungen (Multimedia, Netzwerkmanagement, CAD u.a.) unverzichtbar. Für den gemeinsamen Überblick ist daher die Darstellung der Ausstattung von Sonderunterrichtsräumen wesentlich.

Die Vorschriften bei Sonderunterrichtsräumen der jeweils gültigen Normen (baulich, technisch, ergonomisch, etc.) sind einzuhalten.

E.1. Raum

Aus Gründen der Sicherheit sowie der einfachen Reinigung ist im Raum ein antistatischer Bodenbelag (kein Teppich) zu verlegen. Von der Haltbarkeit wäre ein Parkettboden die beste Variante.

Mindestens drei voneinander getrennte Beleuchtungssegmente, davon 1 Segment im Projektsbereich; schaltbar im Eingangsbereich.

Automatisierte Verdunkelungsmöglichkeit und davon technisch getrennter automatischer Sonnenschutz, wenn möglich für Fensterbereiche in Segmenten. Eine volle Verdunkelung des Raumes muss möglich sein. Beide Einrichtungen dienen vor allem ergonomischen Zwecken (Lichteinfall, Sichtbarkeit von Monitor und Projektion) als auch der Konstanthaltung der Raumtemperatur.

E.2. Einrichtung

- Eine Schreibtafel höhenverstellbar.
- 18 Arbeitsplatztische für Schüler mit Kabelkanal (Sicherheit und Schutz der Anschlüsse); Größe mind. 120 breit, 80 tief; keine Neigung, keine Höhenverstellung (wegen Kabelführung); Höhe lt. entsprechender Norm. Bodenfreie Untertischmontage an der Seite für den PC (zum Schutz vor Defekten) mit leicht abnehmbarer bzw. ohne Rückwand (Wartung, Reinigung). Die Schnittstellen müssen aus Wartungsgründen frei zugänglich sein und eine ausreichende Belüftung zum Schutz vor garantiemäßig nicht gedeckten Ausfällen muss gewährleistet sein.
- Lehrertisch wie Arbeitsplatz. Ein mobiler Präsentationstisch. Tisch für Drucker mit Ablageflächen für Papier.
- 20 Sessel ohne Armlehnen.
- Ein versperrbarer Hochschrank.
- Etwa 1 Laufmeter Regale zur Ablage und rund 4 Laufmeter Pinwände.

E.3. Infrastruktur – Strom

- Kabelkanäle an der Wand über Normtischhöhe.
- Mindestens zwei EDV-Stromkreise im Raum für die Arbeitsplätze (je nach aktuellen Anschlusswerten) und ein normaler Stromkreis für den gesamten Raum.
- Pro Arbeitsplatz 2 EDV-Stromanschlüsse (Monitor, PC, evt. Peripherie). Am Lehrer- bzw. Masterarbeitsplatz 4 EDV-Anschlüsse.
- Eine Reinigungssteckdose bei der Eingangstür sowie in der hinteren Raummitte.
- Ein Telefon- und ein TV-Anschluss an geeigneter Stelle (Lehrer).

E.4. Infrastruktur - Netzwerk

- Norm für EDV-Verkabelung ist derzeit Cat.6.
- Zwei Netzwerk-Hochgeschwindigkeitsanschlüsse zum (Stockwerksverteiler des) Backbones mit derzeit
- 10 Gigabit Durchsatzleistung; die Summe der Bandbreiten muss vom Backplane abgearbeitet werden können.
- 19“ Raumverteiler mit zwei Hochgeschwindigkeitsanschlüssen zum Backbone, mind. 44 Ports, modularer Aufbau.
- Pro Arbeitsplatz 2 Netzwerkanschlüsse. Am Lehrer bzw. Masterarbeitsplatz 4 Netzwerkanschlüsse.
- Grundsätzlich ist von einer maximalen Belegung im Bereich der Strom- sowie EDV-Anschlüsse auszugehen. Zusätzliche bereits bei der Erstinstallation montierte Anschlüsse kommen billiger als eine nachträgliche Verkabelung bzw. Erweiterung.

E.5. Geräte

- Robuste Hardware von Markenherstellern, ein Server (Druckerwarteschlagen, Datenzwischenspeicherung, Datensicherung mit Brenner o.ä., evt. Router/Firewall, etc.) und Audioanschluss. Die Serverfunktionalität gewährleistet eine Lastverteilung der Daten, erhöht die Leistungsfähigkeit und Ausfallssicherheit des Netzes, macht den Raum flexibel benutz-

bar und ist aus derzeitigen Sicherheitsüberlegungen unbedingt vorzusehen.

- Mindestens ein robuster und in Bezug auf Geschwindigkeit und Druckerspeicher leistungsfähiger Netzwerkdrucker.
- Ein Beamer (mindestens 2000 ANSI-Lumen). Der Beamer muss vom Lehrerarbeitsplatz mit einem Netzschalter vom Stromnetz getrennt werden können (Stromkosten).
- 15-18 Schüler-PCs je nach Raumgröße. Um eine vorzeitige Abnützung bzw. nicht garantiemäßig gedeckte Ausfälle zu vermeiden, müssen Multimedia-Anschlüsse und Anschlüsse für externe Datenträger (USB, Firewire) frontseitig vorgesehen werden.
- Für Unterstufen-Schulen können IT/EDV-Räume mit 30 PCs und entsprechend verstärkten Leistungs- und Anschlusswerten notwendig sein.

F. Abschlußbetrachtung

Es sollte prinzipiell davon ausgegangen werden, dass **30% der Klassen an Oberstufen-Schulstandorten** für NotebookPC- Einsätze ausgerüstet werden, d.h. ca. ein Drittel der „Schulumgebungen“ sollte mittelfristig auf den Einsatz von persönlichen elektronischen Kommunikationsmaschinen vorbereitet werden. Die Einführung des persönlichen NotebookPCs wird **ab der 10. Schulstufe** empfohlen; der Beschaffungszeitpunkt ist auf jeden Fall so zu wählen, dass die Schüler/innen bei einer mittleren Lebensdauer von drei Jahren für ihren persönlichen Unterrichtseinsatz nur einmal einen persönlichen NotebookPC beschaffen müssen.

Für moderne Unterrichtsformen an Sekundarstufen werden sich also „elektronische Lernumgebungen“ mit einer Eigenleistung der Schüler/innen ca. ab dem 15/16. Lebensjahr, nicht vermeiden lassen ! Subnotebooks u.a., die deutlich erschwinglicher sind, werden auch die Lücke zwischen den Jüngeren (ab dem 12. Lebensjahr) und den Notebook-Klassen zunehmend schließen. Einen Teil der Lernumgebung werden auch schuleigene oder extern betriebe Lernplattformen (LMS = Lernmanagementsysteme; CMS=Content Management-Systeme oder LCMS- eine Kombination von beiden) anbieten. Hier sind weitere Entwicklungen genau zu beobachten!

G. Kostenvergleich Sondersaal – NotebookPC-Klassen

Ein Kostenvergleich für den Schulerhalter zwischen einem Sondersaal und der „Umgebungsausstattung“ von NotebookPC-Klassen soll auf der Basis, dass sich vier Klassen einen Sondersaal teilen, gemacht werden Vom Konzept her ist daran gedacht, in allen Unterrichtsgegenständen „e-learning“ einzusetzen, wenn auch entsprechend dem Gegenstandsprofil in völlig unterschiedlichem Umfang.

Als Schülerkommunikationsmaschine kommt man derzeit am NotebookPC (Kosten derzeit um die 1000 Euro) nicht vorbei. Entsprechende Ankündigungen, eine abgemagerte Maschine mit Standard-Lernsoftware für wesentlichen Gegenstände (auf Flash-ROM-Basis u.a.) zu einem deutlich günstigeren Preis einzusetzen, bestehen. Eine Umsetzung wird in den nächsten Jahren erfolgen.

Bei diesem Kostenvergleich wird davon ausgegangen, dass ca. 10% der Schüler/innen aus der Sicht eines schmalen Haushaltsbudgets nicht die Möglichkeit haben, einen persönlichen NotebookPC zu beschaffen. Der Schulerhalter stellt also zwei bis drei Desktops in der Klasse zur Verfügung. Die persönliche elektronische „Erweiterung“ dieser Schüler/innen ist ein Memorystick mit allen Daten und Unterlagen.

G.1. Hardware für NotebookPC-Klasse

KlassenPC mit DVD-Laufwerk und TFT-Schirm:	800 Euro
Tonanlage mit Lautsprecher	50 Euro
Netzwerkdrucker	. 150 Euro
Videobeam (2000 ANSI-Lumen) mit Deckenmontage	2500 Euro
Videosplitter;	500 Euro
Verkabelung (5 Anschlüsse)	30 Euro
Skalierbares W-LAN (54 MBit)	800 Euro
Zwei PCs für SchülerInnen	1000 Euro
Summe	5.830 Euro

G.2. Hardware für PC-Sondersaal

18 PCs für SchülerInnen	19.000 Euro
Netzwerkdrucker/Tonanlage	200 Euro
Videobeam mit Montage	2500 Euro
Verkabelung	400 Euro
Lokaler Server für 18 PCs	1200 Euro
Summe	23.300 Euro

Die Ausstattung für Möblierung wird hier nicht abgeschätzt. Die Kosten für vier NotebookPC-Klassen sind natürlich höher als die für einen ausserhalb außerhalb des Unterrichts versperrten Sonderunterrichtsraum. Die Kosten bewegen sich jedoch unter 2000 Euro pro Klasse.

Die baulichen Maßnahmen können hier ebenfalls nicht abgeschätzt werden. Bei Neu- und Umbauten können hier jedoch sehr kostengünstige Lösungen erzielt werden Schlussfolgerung für den Unterricht

Die Kosten der elektronischen Ausstattung eines PC-Sondersaals entsprechen in wesentlichen der elektronischen Arbeitsumgebung von dreivier NotebookPC-Klassen.

Der pädagogische Vorteil bei den NotebookPC-Klassen, wo in **allen** Unterrichtssituationen eine „Kommunikations- und Problemlösemaschine“ präsent ist, ist durch die Sondersaallösung nicht gewährleistet. In den NotebookPC-Klassen fällt das entscheidende Hindernis der Buchung des und des Transfers in den Sondersaal weg! Auch das pädagogisch wichtige Konzept des „Remote-learning“ (NotebookPC als Verbindung zu Lernorten außerhalb des Schulgebäudes) kann in Sondersälen nicht umgesetzt werden !

Beim Sondersaal wird außerdem von 18 Schülerarbeitsplätzen ausgegangen, an Unterstufen sind 30 Schülerplätze zu kalkulieren.. Das kann bei kleineren Klassen ausreichen, bei größeren Klassen müssen zwei SchülerInnen am Gerät arbeiten, eine pädagogisch in keiner Weise zufrieden stellende Situation (ist im normalen EDV/IT-Unterricht kein Problem, da dort Gruppenteilung herrscht; im Normalunterricht ohne Teilung aber eine kaum zu überwindende Hürde für die Sondersaalnützung).