



Schule Opfikon

ICT-Infrastrukturkonzept

Datum 7. April 2017

Dokumentenmanagement

Version	1.0
Datum	7. April 2017
Autor	JEB

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage	4
2.	Einordnung und Aufgabe des ICT-Infrastrukturkonzepts	4
2.1	Grundsätze zur ICT-Infrastruktur	5
3.	Architektur und Infrastruktur	7
3.1	Einleitung	7
3.1.1	Architekturmodelle	7
3.2	Client-Infrastruktur	7
3.3	Peripherie-Geräte	8
3.4	Netzwerk	8
4.	Lehrmittel und Software	8
5.	Nutzungskonzept	9
5.1	Nutzungsmodelle	10
5.1.1	Mengengerüst	10
5.1.2	Nutzungsdauer	12
5.1.3	Sicherheit	12
5.1.4	Internetzugang	14
6.	Organisation und Support	15
6.1	Organisation	15
6.2	Supportorganisation	15
6.2.1	Technischer IT-Support	16
6.2.2	Pädagogischer IT-Support	16
6.2.3	Kustoden	16
6.3	Gesamtschulleitung	17
7.	Aus- und Weiterbildung	17
7.1	Pädagogischer IT-Support und Kustoden	17
8.	Umsetzung in einem Pilotprojekt	18
9.	Mengengerüst, Investition und Betriebskosten	18
10.	Anhang	19
10.1	Thin Client Modell	19
10.2	WLAN	20
10.3	Kostenvergleich der Betriebsmodelle	20

1. Ausgangslage

In den Schulen der Gemeinde Opfikon wurde in den letzten Jahren die IT-Infrastruktur einerseits aufgrund von zunehmenden Bedürfnisse erweitert andererseits bei Erreichen des Lebenszyklus punktuell ergänzt bzw. ersetzt. Das bestehende ICT-Rahmenkonzept der Schule Opfikon (bewilligt am 20.4.2011 durch die Schulpflege) sowie das pädagogische ICT-Konzept sollen nun den steigenden Anforderungen und den absehbaren künftigen technologischen Entwicklungen angepasst und wo nötig ergänzt werden.

Das pädagogische ICT-Konzept legt die Rahmenbedingungen für die Ausbildung mit digitalen Medien und die Ziele der schulischen Medienbildung fest.

Das ICT-Infrastrukturkonzept basiert auf den Vorgaben dieses pädagogischen ICT-Konzepts auf und überträgt diese soweit wie möglich in entsprechende technische Anforderungen. Gleichzeitig beleuchtet es auch die möglichen organisatorischen Auswirkungen auf den Support.

Ein Pfad zur Umsetzung der notwendigen Schritte im Sinn einer Zielerreichung sowie ein zeitlicher Planungshorizont werden in einem weiteren Planungsschritt separat aufgezeigt.

Die vereinbarten Ziele und Inhalte zur Integration von ICT in den Schulen leiten die Schulleitungen und Schulteams bei ihren künftigen Entscheidungen und sind für alle Mitarbeitenden der Schule verbindlich. Die Schule Opfikon setzt sich zum Ziel das vorliegende Infrastrukturkonzept in den kommenden fünf Jahren umzusetzen.

2. Einordnung und Aufgabe des ICT-Infrastrukturkonzepts

Das pädagogische ICT-Konzept stellt die Grundlage für die Erarbeitung des Infrastrukturkonzepts dar. Dieses wiederum stellt die Basis für die zu erbringenden Services dar, die den Nutzern, d.h. den Schulleitungen, den Lehrpersonen (LP) sowie den Schülern und Schülerinnen (SuS) zur Verfügung gestellt werden. Der Support gegenüber den Nutzern wird durch die Supportorganisation sichergestellt.

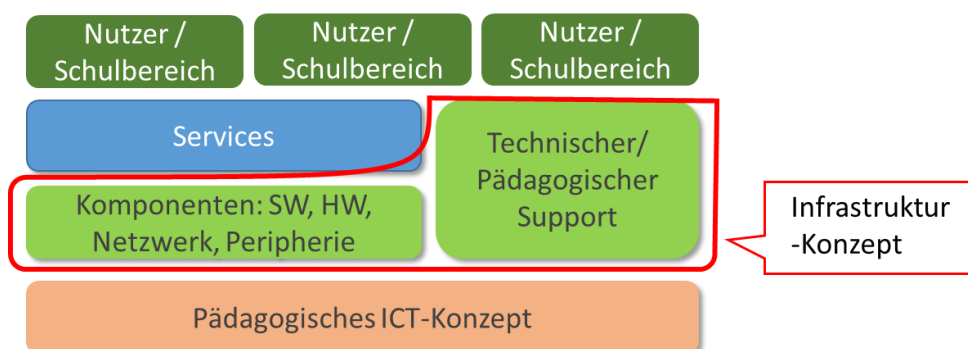


Abbildung 1: Einordnung des Infrastrukturkonzepts

Das Infrastrukturkonzept unterstützt die Erreichung der Ziele aus dem pädagogischen Konzept und den Anforderungen der Nutzergruppen. Das vorliegende Konzept legt die Grundlage, um den technischen und pädagogischen Support zu organisieren bzw. einzuführen. Es legt zudem die Basis für die Planung und allfällige Erneuerung der notwendigen Infrastruktur.

Die technische Entwicklung verläuft jedoch rasant und der Weg der Weiterentwicklung ist nur schwer abzusehen. Die Planung muss aber aufgrund der heute verfügbaren ICT-Mittel erfolgen.

Die Verantwortlichen der Schule Opfikon verfolgen deshalb die künftigen Entwicklungen und sind bei der Umsetzung des Infrastrukturkonzepts darauf bedacht, sich abzeichnende Entwicklungen nach Möglichkeit einzubeziehen.

2.1 Grundsätze zur ICT-Infrastruktur

Der Einsatz der ICT bringt neben den unbestrittenen Vorteilen auch erhebliche Kosten und teilweise auch Probleme und Gefahren mit sich. Es liegt im Verantwortungsbereich der Schule und der Lehrpersonen zu entscheiden, wann und wofür ICT als Hilfsmittel sinnvoll eingesetzt werden kann und welche Anwendungen und Dienste gewünscht oder bedenklich sind.

Cloud Dienste

Aufgrund der bestehenden Verfügbarkeit von breitbandigen (schnellen) Internet-Zugängen wird eine umfassende schulinterne Infrastruktur mit eigenen Servern künftig mehr und mehr obsolet. An die Stelle tritt der Bezug der Software und der pädagogischen Applikationen aus der Cloud. Dies entlastet den Betrieb und senkt das Investitionsrisiko. Vor diesem Hintergrund werden Dienste vorzugsweise aus der Cloud bezogen.

Investitionssicherung

Die bereits getätigten Investitionen in Infrastruktur sollen so weit wie möglich geschützt werden können. Bei Neuanschaffungen ist auf einen langen Lebenszyklus sowie auf weitestgehende Kompatibilität mit künftigen Technologien zu achten.

Hohes Mass an Standardisierung

Der Wartungs- und Supportaufwand muss möglichst niedrig gehalten werden. Die LP sollen sich auf das Vermitteln von Wissen und die Umsetzung des Lehrplans konzentrieren können und sich nicht zu sehr mit der Technik beschäftigen müssen. Voraussetzung dafür sind ein hohes Mass an Standardisierung der Hardware, der Betriebssoftware und eine Automatisierung der Abläufe.

ICT-Kompetenz an den Schulen

ICT stellt zunehmend höhere fachliche und zeitliche Ansprüche an die IT-Betreuer der Schulen vor Ort. Die Systeme werden erstens komplexer und zweitens immer vielfältiger und intensiver genutzt. Das vorliegende Konzept geht daher grundlegend davon aus, dass Know-how an den Schulen vor Ort sein muss. Die LP müssen die neuen Technologien selbst gut beherrschen, um einerseits die neuen Medien in der Schule auf sinnvolle Art und Weise einzusetzen und um andererseits den Schülern eine ICT-Kompetenz mitgeben zu können. Letztendlich muss für jede Schule die Betreuung der ICT-Infrastruktur gesichert sein.

Spezielle Schul-IT

Im Gegensatz zur normalen Büroumgebung der öffentlichen Verwaltung müssen in der Schule die meisten Computer so installiert sein, dass sie von vielen verschiedenen Personen für verschiedene Einsatzgebiete genutzt werden können. Die SuS haben keinen garantierten Zugriff auf dasselbe Gerät. Die 1:1-Zuordnung einer Person zu ihrem ICT-Gerät ist in Schulen

aufgehoben und die Palette der verwendeten Software drastisch grösser und zudem schnelllebig.

Sicherheit

Das Netzwerk hat heute einen grossen Einfluss auf die Performance und die Sicherheit des Gesamtsystems, wobei die Anforderungen und die Komplexität der Systeme ständig zunehmen. Deshalb ist es wichtig, dass sowohl bei der Konzeption und Realisierung neuer Netzwerk-Infrastrukturen als auch bei der Betreuung des laufenden Betriebs eine entsprechende Qualifikation der Verantwortlichen sichergestellt ist.

Das Netzwerk einer Schule kann von ganz unterschiedlichen Bereichen genutzt werden, welche auch verschiedene Sicherheitsanforderungen haben. Daher wird empfohlen, diese je nach Bedarf auch in entsprechende logische Netzwerkbereiche (VLANs) zu unterteilen.

Der wesentliche Unterschied zwischen dem pädagogischen Netz und dem Verwaltungsnetz besteht darin, dass das pädagogische Netz aufgrund der offeneren Struktur sowie der wesentlich grösseren Anzahl von Arbeitsplätzen und häufig wechselnden Benutzern auch ein grösseres Gefährdungspotenzial besitzt. Eine saubere Trennung zwischen diesen beiden Netzen ist deshalb angebracht.

LAN / WLAN

Das kabelgebundene lokale Netzwerk besteht aus passiven Komponenten (Verkabelung mit Zubehör) und aktiven Komponenten (Switches und Router).

Die Verkabelung ist in der Regel sternförmig, unter Umständen mit einer mehrstufigen hierarchischen Struktur zu realisieren. Die Verbindung zu den Endgeräten wird mit Kupferleitungen realisiert, die Backbone-Verbindungen mit Glasfasern.

Eine Neuverkabelung ist meist mit hohen Installationskosten verbunden. Deshalb ist die technologische Lebensdauer der Verkabelung möglichst hoch zu halten, d.h. die Kabel sollen auch für die zukünftig absehbaren Übertragungsstandards verwendbar sein. Da die Materialkosten für die Kabel nur einen kleinen Bruchteil der Gesamtkosten ausmachen, ist deshalb bei einer Neuverkabelung der neueste technologische Kabel-Standard zu verwenden.

Die aktiven Komponenten (Switches und Router) verbinden die einzelnen Netzwerkkomponenten miteinander. Als zentrale Netzwerkknoten können pro Schulfläche je 1 Layer-3-Switch installiert werden. Die Verbindungen zu den Clients erfolgt mittels Etagenswitches auf Layer 2 mit PoE-Funktionalität. Somit können WLAN-Access Points direkt vom Switch mit Strom versorgt werden.

Um für die zunehmende Anzahl mobiler Geräte verschiedenster Kategorien (Notebooks, Tablets, Smartphones) eine sinnvolle Verwendung im Unterricht zu ermöglichen, ist ein drahtloser Zugang zur Netzwerkinfrastruktur notwendig. Dies wird mittels WLAN technisch und wirtschaftlich sinnvoll realisiert. Auch für die Anbindung stationärer Geräte (Desktop) kann eine drahtlose Netzwerkverbindung sinnvoll sein, wenn z.B. aufgrund schwieriger baulicher Verhältnisse eine Kabelverbindung nicht möglich oder zu aufwändig zu realisieren ist.

3. Architektur und Infrastruktur

3.1 Einleitung

Die ohnehin schon erneuerungswürdige Infrastruktur sowie die Einführung und Umsetzung des Lehrplans 21 mit seinen erhöhten Anforderungen an die ICT-Infrastruktur führen dazu, dass sich die Schule Opfikon Überlegungen zur grundlegenden Architektur macht.

Um das künftige System möglichst wirtschaftlich betreiben zu können, wird auf einen hohen Grad an Standardisierung gesetzt. Dadurch werden vor allem auch die technischen Supportleistungen vereinfacht.

3.1.1 Architekturmodelle

Das heute installierte Client-Server Modell ist fehleranfällig und besitzt dadurch ein hohes Ausfallrisiko. Neben dem Einsatz dieses Architekturmodells verbunden mit dem Einsatz von sog. Thin Clients¹ besteht auch die Möglichkeit die Services so weit wie möglich aus der Cloud zu beziehen.

Beide Modelle erlauben eine hohe Standardisierung und ermöglichen eine zentralisierte Administration.

Eine Thin-Client Umgebung bedingt aber hohe Erstinvestitionen in eine Infrastruktur sowie spezifisches Knowhow, welches heute nicht vorhanden ist. Zudem müssen Applikationen zuerst virtualisiert werden, welches wiederum einen Initialaufwand bedeutet, der bei Updates der Applikation wiederholt anfällt.

Der Betrieb der Infrastruktur durch die IT der Stadtverwaltung Opfikon stellt aufgrund der beschränkt vorhandenen Ressourcen bei der Stadtverwaltung keine Alternative dar.

Eine Cloud-Lösung ist deshalb zu bevorzugen. Dadurch kann auf die Beschaffung und den Betrieb einer eigenen Server-Infrastruktur verzichtet werden. Die Speicherung von Dateien geschieht bei einem externen Cloud-Anbieter. Dieser Entscheid ist zudem als weiterer, konsequenter Schritt in Richtung eines Service-Bezugs aus der Cloud zu sehen, da mit der Einführung von Office 365 in der Applikationslandschaft bereits erste Erfahrungen mit Cloud-Diensten gesammelt wird.

3.2 Client-Infrastruktur

Die Client-Infrastruktur besteht aus schuleigenen Geräten. Diese werden den SuS zur Verfügung gestellt. Die LP erhalten persönliche Geräte. Es werden ausschliesslich mobile Geräte angeschafft, da diese flexibel einsetzbar sind und auch ausserhalb der Schulen (z.B. Lager, Exkursion etc.) verwendet werden können.

Grundsätzlich soll die Client-Infrastruktur für die SuS die Umsetzung des Lehrplans 21 in Zukunft auf dem Einsatz von Apple iPad beruhen. Diese erfüllen von der Kindergarten- bis zur Mittelstufe die Anforderungen. Ab der Sekundarstufe sind Mischformen mit Notebooks (ebenfalls mit Apple Betriebssystem) umzusetzen. Verwendete Lehrmittel sind als Applikationen teilweise bereits verfügbar, andere werden vom Lehrmittelverlag in absehbarer Zeit zur Verfügung gestellt. Die LP erhalten Notebooks (Apple Betriebssystem) zur Verfügung gestellt. Alle Geräte werden mit einer Schul-Cloud bei einem externen Dienstleister verbunden, wo die zentrale Verwaltung, die Verteilung von Updates und ein zentraler App Store zur Verfügung steht. Bei Diebstahl eines Gerätes können Daten remote gelöscht und das Gerät gesperrt werden, so dass es unbrauchbar wird.

¹ Erklärung zu Thin Clients vgl. Anhang
Schule Opfikon
ICT-Infrastrukturkonzept
09.10.2019, JEB

Die Tablets werden in einer Hülle mit integrierter Tastatur ausgeliefert, um so grösstmöglichen Schutz und gleichzeitig eine hohe Bedienfreundlichkeit bei Verwendung als Computerersatz zu bieten. Um die Mobilgeräte bei Nichtgebrauch sicher aufzubewahren und effizient aufladen zu können, werden Transportbehälter mit integrierter Steckdosenleiste angeschafft.

Die LP sind dafür verantwortlich, dass die Geräte nach Gebrauch in einwandfreiem Zustand wieder in die Behälter gelangen und aufgeladen werden. Störungen oder Defekte sind dem IT-Support unverzüglich zu melden. Reparaturen oder Geräteausaustausche werden über den zentralen IT-Support der Schule Opfikon abgewickelt.

Die Schule Opfikon verzichtet auf die Einführung eines umfassenden BYOD-Ansatzes (Bring your own device), da die Integration in die Cloud-Umgebung (und damit die verfügbaren Applikationen) nicht gewährleistet werden kann. Den LP ist aber der Zugang bzw. die Verwendung von webbasierten Anwendungen auf eigenen Geräten (z.B. Lehrer Office) gestattet. Eigene Geräte der LP oder Schulleitungen erhalten keinen Zugang auf das Schul- oder Verwaltungsnetz.

Jedes Gerät ist mittels einer Kennzeichnung eindeutig identifiziert. Der lokale IT-Support führt das Inventar aller IT-Geräte der jeweiligen Schule. Die Verwaltung der Software erfolgt durch den zentralen IT-Support der Schule Opfikon.

3.3 Peripherie-Geräte

Jedes Schulzimmer wird mit einem einfachen netzwerkfähigen s/w-Laserdrucker ausgerüstet. Zur Ergänzung der bestehenden Wandtafeln werden in jedem Schulzimmer Displays (separat oder integriert in eine Wandtafel) installiert. Als Bindeglied zwischen den mobilen Geräten und dem Display werden zur Präsentation von Medieninhalten Settop-Boxen (Apple TV) sowie Visualizer (für dreidimensionale Gegenstände) installiert.

Auf die Beschaffung von separaten Foto-/Videokameras wird verzichtet, da die Tablets diese Funktion übernehmen können.

3.4 Netzwerk

Um die breite Nutzung der mobilen Geräte zu gewährleisten und zu fördern, wird an allen Schulflächen ein flächendeckendes WLAN-Netz erstellt. Grundsätzlich sollen die Geräte nur noch das WLAN der Schule nutzen, auf kabelgebundene Netzwerkinfrastrukturen wird weitestgehend verzichtet. Ausnahmen bilden die zentralen und lokalen Drucker (Schul- und Lehrerzimmer). Private oder lokale WLAN-Netze durch die Installation von Access Point Infrastrukturen sind aus Sicherheitsgründen nicht zugelassen.

Die Schulen sind untereinander vernetzt. Die Vernetzung kann kabelgebunden oder mit Funktechnologie erfolgen.

4. Lehrmittel und Software

Bezug aus der Cloud

Applikationen werden generell bevorzugt aus der Cloud bezogen. Ebenso werden Dateien in der Cloud gespeichert. Dieses Bezugsmodell bringt folgende Vorteile:

- Die Master-Konfiguration für die Geräte wird als Image zentral zur Verfügung gestellt und bei erstmaliger Anmeldung automatisch installiert.
- Ein Zurücksetzen auf den Ursprungszustand ist einfach zu bewerkstelligen

- Daten werden nicht lokal sondern sicher extern gespeichert, wo auch Redundanzen bestehen, die die Verfügbarkeit erhöhen
- Updates werden regelmässig durch den Hersteller zur Verfügung gestellt und die Applikation wird beim Aufstarten automatisch aktualisiert (Evergreen-Ansatz)
- Der interne IT-Support muss sich um Updates nur noch selten kümmern
- Standard- und Lernsoftware (Applikationen) werden aus einem 'geschlossenen' Reservoir zur Verfügung gestellt, so dass grundsätzlich ausschliesslich von der Schule Opfikon freigegebene Applikationen auf die Clients geladen werden können (privater App Store)
- Der private App Store wird entsprechend den Schulstufen zusammengestellt
- Die Applikationen in diesem 'Reservoir' werden vom Cloud-Anbieter vor der Freigabe auf Viren, Malware etc. geprüft
- Für die Dateiablage gelten die Schweizerischen Datenschutzbestimmungen bei einem entsprechenden Cloud-Anbieter

Lehrmittel

Um einen aufbauenden Unterricht zu ermöglichen, der auch den Stufenübergang und Wechsel innerhalb der Stufen vereinfacht, ist es notwendig, dass sich die LP auf gemeinsame ICT-Lehrmittel einigen. Damit werden die Unterrichtsbedingungen vergleichbar mit Fächern wie Sprache oder Mathematik, wo aufbauende Stufenlehrmittel bereits als Standard eingesetzt werden.

Applikationen für Verwaltungszwecke

Applikationen für die Schulleitungen und LP für Verwaltungszwecke sowie Standardbürosoftware (MS Office365) werden ebenfalls bevorzugt aus der Cloud bezogen. Für den Zugriff erhalten die LP einen persönlichen Mail-Account.

Die Verwendung von webbasierten Applikationen für Verwaltungszwecke (z.B. LehrerOffice) vereinfachen die Nutzung zusätzlich und ist nicht eingeschränkt.

Pädagogische Applikationen

Für pädagogische Applikationen für die Nutzung durch die LP und SuS wird Software gemäss einem gemeinsamen Softwareplan angeschafft. Es werden vorzugsweise Applikationen aus der Cloud bezogen, die Bestandteil von offiziellen Lehrmitteln ist.

Standardsoftware für SuS

Es ist das Ziel, den SuS auf den Geräten Zugang zu Standardbürosoftware zu ermöglichen. Dafür steht ebenfalls MS Office365 zur Verfügung. Gleichzeitig erhalten die SuS einen persönlichen Mail-Account.

5. Nutzungskonzept

Das Nutzungskonzept² erläutert, in welcher Art und Weise Medien und ICT in den Unterricht der Schulen integriert werden sollen. Grundlage dazu ist der Lehrplan und damit die Vorgabe, dass Medien und ICT in allen Fächern und allen Stufen integriert sein müssen. Medien und ICT werden einerseits als didaktische Mittel bzw. als Werkzeug zur Arbeit an den Inhalten der einzelnen Fächer genutzt. Darüber hinaus sind Medien und ICT selbst auch Gegenstand des Unterrichts (vgl. Medienkompetenz). Die Geräteinfrastruktur ist nicht allein für die Nutzung

² In Anlehnung an: Bildungsdirektion Kanton Zürich; Bildung und ICT; www.ict-guide.edu-ict.zh.ch; Kapitel 5
Schule Opfikon
ICT-Infrastrukturkonzept
09.10.2019, JEB

durch die Lehrperson in der Gestaltung des Frontalunterrichts reserviert, ebenso wenig dient sie ausschliesslich den Schülerinnen und Schülern für das Lernen und Arbeiten. Aus dem Nutzungskonzept leitet sich die benötigte Infrastruktur ab.

Der Unterricht an der Schule Opfikon hat zum Ziel, eine umfassende Medienbildung zu vermitteln. Lernende sollen die Fähigkeit erlangen, die ICT sinnvoll und verantwortungsbewusst zu nutzen und diese auch kritisch zu hinterfragen. Die Lernenden sollen in der Lage sein, Auswirkungen des ICT-Einsatzes zu erkennen und eigene Medienbeiträge zu produzieren. Um dieses Ziel zu erreichen, wird ICT als Thema im Unterricht behandelt.

5.1 Nutzungsmodelle

Im Folgenden werden verschiedene Nutzungsmodelle für einzelne Schulstufen formuliert. Die Nutzungsmodelle bilden die Grundlage für die Beschaffung der Geräte (Clients und Peripherie).

Die ICT-Infrastruktur der Schulen sollen möglichst vielseitig, unkompliziert und flexibel genutzt werden können. Nur mit der Anwendung von geschickt gewählten Nutzungsmodellen werden die beteiligten Personen (z.B. LP, SuS) die Chancen und Möglichkeiten für ihre Arbeit in der Schule ausnutzen (können).

Es lassen sich die nachfolgenden Nutzungsmodelle unterscheiden. Diese können nach Bedarf kombiniert werden.

- Fest zugeteilte Geräte pro Klassenzimmer
- Medienzimmer ohne fix installierte Client-Infrastruktur für die Oberstufe
- Gerätepool für die Unter- und Mittelstufe
- Persönliche mobile Geräte der SuS und der LP (Notebook, Tablet, Smartphone etc.)

5.1.1 Mengengerüst

Grundsatz

Damit die Schule Opfikon die vorhandenen Mittel effektiv einsetzen kann, wird nachfolgend ein Mengengerüst erstellt, welches für alle Schulflächen gilt und der Schulstufe angepasst ist. Dieses Gerüst soll jährlich durch den pädagogischen Support, die Schulleitungen und den IT-Verantwortlichen der Schule Opfikon überprüft sowie ggf. den künftigen Bedürfnissen angepasst und der Schulpflege vorgelegt werden.

Lehrpersonen / Schulleitung

Den LP ab 50-Stellenprozent steht ein mobiles Gerät mit Internetzugang zur Organisation der Klasse und des Unterrichts zur Verfügung.

Den Schulleitungen steht ein mobiles Gerät mit Dockingstation und Monitor zur Verfügung.

Nach Bedarf wird bei den Schulleitungen ein lokaler Drucker mit Scan-Funktion installiert.

Schulleitungen und LP haben an zentralen Orten Zugang zu zwei leistungsfähigen Netzwerkdruckern (Multifunktionsgerät mit Sortiereinheit) pro Schulanlage um grössere Mengen an Unterrichtsmaterial in hoher Qualität innert kurzer Zeit drucken zu können.

Klassenzimmer

Beim Mengengerüst orientiert sich die Schule Opfikon an der Variante 'Basic' des ICT-Guide der Bildungsdirektion des Kt. Zürich³.

³ Vgl. www.ict-guide.edu-ict.zh.ch/91-mengengerüst
Schule Opfikon
ICT-Infrastrukturkonzept
09.10.2019, JEB

Ab der Unterstufe wird jedes genutzte Schulzimmer mit folgenden Geräten ausgestattet:

- 1 Display mit integrierten Lautsprechern; Grösse: grundsätzlich 82" – 85" (fallweise angepasst an die Platzverhältnisse)
- 1 Apple TV Box zur Anbindung der iPad / Computer mit dem Display (für Präsentationen oder Visualisierungen)
- 1 Visualizer
- 1 einfacher Netzwerkdrucker (Kompatibel mit Apple OS/iOS)

Kleinmaterial wie Kopfhörer und Verbrauchsmaterial (Toner, Papier) etc. werden nach Bedarf durch den technischen Support abgerufen, der Einkauf dieser Materialien erfolgt zentral.

Gerätepool

Ein Pool ist ein Satz mobiler Geräte, die von den LP für den Unterricht beigezogen werden können damit in speziellen Situationen oder für bestimmte Lektionen eine halbe oder ganze Klasse gleichzeitig am mobilen Gerät arbeiten können.

Der Pool berechnet sich aus der Anzahl SuS im Verhältnis 1:20 für die Unter- und Mittelstufe. Für die Oberstufe wird ein Pool mit 25 Notebooks in einem Medienraum zur Verfügung gestellt.

Lehrpersonen, welche weniger als 50-Stellenprozent belegen, werden mobile Geräte aus dem Gerätepool zur Verfügung gestellt.

Kindergarten

Die ICT-Geräte dienen der Lehrperson zur Information und Präsentation von multimedialen Inhalten, die im Internet oder als Applikation verfügbar sind oder selbst produziert wurden. Jede Kindergartenklasse verfügt zu diesem Zweck über folgende Infrastrukturausrüstung:

- 1 Tablet pro 10 SuS, d.h. 2 mobile Geräte
- Mindestens 1 mobiles Gerät (Notebook oder Tablet) pro Kindergartenklasse
- 1 Drucker (klein) pro Liegenschaft
- Anschluss an das Internet via WLAN

Unterstufe (1. – 3. Klasse)

Primarschüler der Unterstufe schreiben und gestalten einfachere Texte und erstellen kleine Präsentationen. Sie arbeiten selbständig mit (häufig webbasierten) Lernprogrammen. Hin und wieder müssen Sie Informationen im Internet recherchieren können.

Jede Unterstufenklasse verfügt deshalb über folgende Infrastrukturausrüstung:

- 1 Tablet pro 5 Schüler bzw. 4 mobile Geräte
- 1 persönliches mobiles Gerät der LP (Notebook oder Tablet)
- Anschluss an das Internet via WLAN
- Anschluss an das Schulnetz für Gerät der LP

Mittelstufe (4. – 6. Klasse)

Primarschüler der Mittelstufe schreiben und gestalten bereits kompliziertere Texte, arbeiten mit Tabellendarstellungen und erstellen Präsentationen. Sie arbeiten selbständig mit (oft webbasierten) Lernprogrammen. Sie müssen regelmässig Informationen im Internet recherchieren können.

Jede Mittelstufenklasse verfügt zur Erfüllung dieser Bedürfnisse über folgende Infrastrukturausrüstung:

- 1 Tablet pro 3 Schüler für die Benutzung durch die SuS
- 1 persönliches mobiles Gerät der LP (Notebook oder Tablet)
- Anschluss an das Internet via WLAN
- Anschluss an das Schulnetz (nur für Computer der Lehrperson)

Sekundarstufe (1. – 3. Sekundarklasse)

SuS der Sekundarstufe werden systematisch in Standardsoftware eingeführt. Sie gestalten auch umfangreichere Texte sowie aufwändigere Präsentationen (z.B. Bewerbungen) und recherchieren selbständig im Internet.

Jede Sekundarstufenklasse verfügt deshalb über folgende Infrastrukturausrüstung:

- 1 Tablet pro 2 Schüler für die Benutzung durch die SuS
- 1 persönliches mobiles Gerät der LP (Notebook oder Tablet)
- Anschluss an das Internet via WLAN
- Anschluss an das Schulnetz (nur für Computer der Lehrperson)

Musikschule / DaZ / Logopädie / IF

Die Nutzung von mobilen Geräten für die SuS dieser Einrichtungen erfolgt aus dem Geräte-Pool. Eine Internetanbindung via WLAN wird dort ebenfalls installiert.

Hort

Die Ausrüstung der Horte erfolgt gemäss der heutigen Lösung, d.h. 1 mobiles Gerät für LP sowie 2 Tablets.

5.1.2 Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer der Infrastruktur sollte gemäss folgender Tabelle veranschlagt werden:

Infrastrukturtyp	Min. Nutzungsdauer (Jahre)
Desktop Computer, Bildschirm	5
Notebook	5
Tablet	3
Maus, Tastatur	2
Drucker, Scanner	5
Display, Visualizer, Beamer	5
Passive Netzkomponenten (Kabel etc.)	15
Aktive Netzkomponenten (Switch, Firewall etc.)	6
WLAN Access Points	6

Tabelle 1: Nutzungsdauer Infrastruktur & Peripherie

5.1.3 Sicherheit

Die Ansicht, dass der pädagogische Bereich einer Schule im Gegensatz zum Verwaltungsbereich nur ein geringes Sicherheitsniveau benötige, trifft in der Realität für immer weniger Schultypen zu. Nicht zuletzt ist das Thema "Sicherheit bei der Nutzung von ICT-Infrastruktur" auch ein wesentlicher Teil der Medienkompetenz, die den Schülern vermittelt werden soll. Dies kann nur dann glaubhaft erfolgen, wenn auch die Schule selbst in ihrer eigenen Infrastruktur diesen Grundsatz lebt.

An vorderster Stelle stehen hier die regelmässige Schulung der Systemverantwortlichen. Darüber hinaus müssen die wichtigsten technischen Voraussetzungen installiert und organisatorischen Vorkehrungen getroffen werden. Grundsätzlich sind die verschiedenen Netze voneinander gemäss folgender Aufstellung (nicht abschliessend) logisch zu trennen (VLAN):

- Lehrer- / Schülerbereich (Pädagogisches Netz)
- Schulverwaltung (Verwaltungsnetz)
- Drucker
- Telefonie
- Haustechnik
- Schliess- und Zutrittsystem
- Videoüberwachung
- Gäste / 'Nicht-Schulgeräte'
- Weitere (zu definieren)

Nicht von der Schule zur Verfügung gestellte Geräte (z.B. private Geräte der LP und SuS, Lieferanten etc.) haben nur Zugang zum VLAN 'Gäste', welches direkt mit dem Internet verbunden ist. Zur Autorisierung der Nutzung dieses Internet-Zugangs wird eine Captive Portal-Lösung angestrebt, so dass sich ein Nutzer vor der Freischaltung zuerst identifizieren muss. Nach Angabe seiner Mobiltelefonnummer erhält er einen persönlichen Zugangscode (SMS) zugesandt. So ist eine behördliche Nachverfolgung der Internetaktivitäten bei Missbrauch möglich. Ersatzweise können die Zugangscodes mittels Tickets vergeben werden.

Der Zugang zum Schulnetz und dem WLAN-Internetzugang erfolgt auf den schuleigenen mobilen Geräten mithilfe der zentralen Verwaltungssoftware. Der WLAN-Schlüssel wird bei der Erstanmeldung der Geräte (beim Herunterladen des Images) mitgeliefert und kann nicht als Klartext ausgelesen werden.

Damit die Geräte, welche sich im Schul- oder im Verwaltungsnetz befinden z.B. Druckaufträge senden können, werden alle VLAN's über die zentrale Firewall geroutet. Die Firewall-Regeln müssen entsprechend definiert sein damit das Routing stattfinden kann.

Die Drucker im VLAN 'Drucker' haben durch entsprechende Firewall-Regeln nur Zugang zum Print-Server. So kann verhindert werden, dass das Interface des Druckers als Einfallstor für Hacking-Versuche genutzt werden kann.

Der Zugang zu den restlichen VLAN's wird nur schuleigenen Geräten erlaubt. Die Identifikation der berechtigten Geräte erfolgt entweder aufgrund der MAC-Adresse der Geräte oder aufgrund von Maschinenzertifikaten (Standard gemäss IEEE 802.1x). Der Betriebsaufwand bei der Verwendung von Zertifikaten ist aber nicht zu unterschätzen (Aufbau der PKI-Infrastruktur, Verteilung, Überwachung der Gültigkeit etc.). Da eine reine WLAN-Infrastruktur angestrebt wird und aufgrund des Betriebsaufwandes einer 802.1x-Umgebung empfiehlt sich daher die Authentisierung aufgrund der MAC-Adresse.

Der Internet-Verkehr wird über einen einzigen Zugang zentralisiert, der mittels einer Firewall mit Content Filter und einem Security Gateway geschützt wird. Mit dem Webcontent-Filter kann der Zugriff auf Webseiten unterbunden werden, der Security Gateway schützt vor Malware, Phishing und Botnets. Die Verantwortung über die Firewall soll aufgrund des benötigten Knowhow beim Cloud-Anbieter liegen. Der zentrale IT-Support kann aber zusätzliche Webseiten sperren.

Der Schutz vor Viren erfolgt für Mails auf Seiten von Microsoft (Office365), bei Dateien, die aus dem Internet geladen werden, beim Security Gateway. Zusätzlich kann im App Store eine entsprechende Applikation zur Verfügung gestellt werden, die mit dem Image auf allen Geräten installiert wird.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Sicherheitsbereiche und die Aufteilung der Verantwortlichkeiten auf. Aufgrund des Bezugs aus der Cloud gehen auch viele Aufgaben im Bereich Sicherheit auf den Anbieter über.

Bereich	Verantwortung Schule	Verantwortung Dienstleister	Bemerkung
Internetzugang via Firewall	(X)	X	Zu definieren
Verschlüsselung (Übertragung)	X	X	Zusammenarbeit
Zentrales Antivirensystem		X	
SW-Update (System und Applikation)		X	
Back-up (Daten)		X	
Sicherung Verfügbarkeit		X	
Virtualisierung (Applikationen)		X	
Benutzerschulung	X	X	
Definition Passwortrichtlinien	X		
Definition Zugriffsrechte	X	(X)	
Physischer Zugriffschutz		X	
Authentifizierung WLAN-Zugriff	X		
Erstellen der Sicherheitszertifikate (PKI)	X		
Überwachung Netzwerk / Switch & WLAN-Sender	(X)	X	

Tabelle 2: Sicherheitsverantwortung technisch

5.1.4 Internetzugang

Aus den bereits erwähnten Gründen (zunehmende Nutzung von Diensten schulexterner Server im pädagogischen Bereich, zunehmende Tendenz zu zentralen Strukturen bei Diensten und Anwendungen im Bereich der Schulverwaltung) werden an den Internet-Zugang der Schulen zunehmend höhere Anforderungen hinsichtlich Datenrate, Verfügbarkeit und Sicherheit gestellt. Sobald die Telefonanlage unter Verwendung des schuleigenen Internet-Zugangs auf IP-Telefonie umgestellt wird, sind zusätzlich QoS-Aspekte (Quality of Service) zu berücksichtigen.

Der Internetzugang soll nicht mehr durch lokale SAI-Anschlüsse an jeder Schule zur Verfügung gestellt werden, da diese Zugangsart die Nutzung von Cloud-Diensten von externen Dienstleistern erschwert (Aufbrechen von https-Verbindungen, zwingende Installation von Zertifikaten, starre Firewall-Regeln). In Zukunft soll eine zentral geführte Anbindung mit entsprechender Bandbreite und eigener Firewall den Internetzugang für alle Schulen sicherstellen. Dazu wird die Vernetzung unter den Schulen und Kindergärten erweitert. Innerhalb der Schulflächen und Kindergärten wird ein flächendeckendes WLAN-Netz erstellt. Die Sicherheit der Internet-Anbindung wird im Falle der Verwaltungsnetze durch verschlüsselte Datenübertragung in Verbindung mit Tunnel-Lösungen erreicht.

6. Organisation und Support

6.1 Organisation

Die Akteure der Schule Opfikon im Bereich ICT sind in der folgenden Grafik dargestellt.

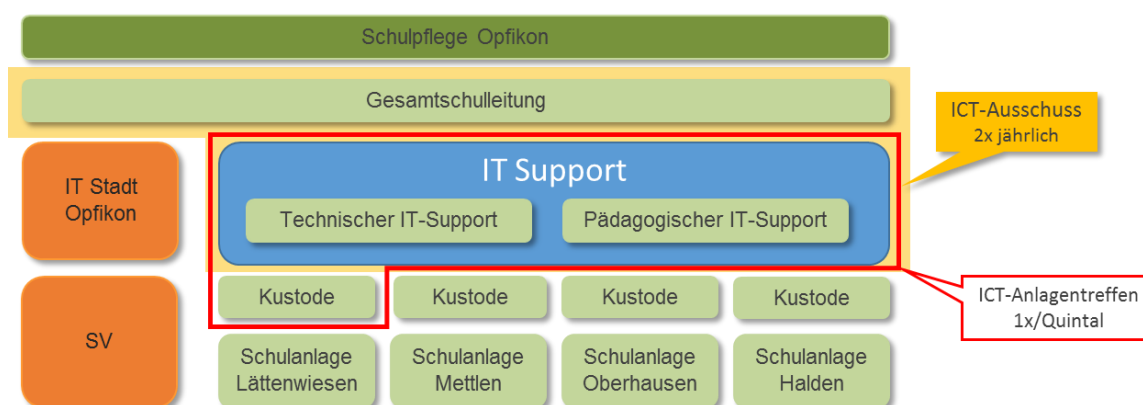


Abbildung 2: Organisation IT Support

Die Schulpflege Opfikon legt die Legislaturziele zur strategischen Entwicklung der Schule fest. Für die Umsetzung der Vorgaben ist die Gesamtschulleitung verantwortlich. Der Gesamtschulleitung, den Schulleitungen und der Schulverwaltungsleitung steht für den Bereich ICT der IT-Support zur Seite. Der IT-Support wird organisatorisch in einen technischen und einen pädagogischen Bereich aufgeteilt.

Die Gesamtschulleitung und der IT-Support bilden den ICT-Ausschuss, der sich über Entwicklungen und Bedürfnisse abstimmt und das weitere Vorgehen gegenüber der Schulpflege koordiniert. Der ICT-Ausschuss kommt 2 Mal pro Jahr zusammen. Der ICT-Ausschuss reicht bei der Schulpflege Anträge betreffend dem pädagogischen ICT- und dem Infrastrukturkonzept ein, zudem werden Anträge zu Beschaffungen und Änderungen der Betriebskosten erarbeitet.

Der IT-Support und die Kustoden in den Schulanlagen kommen in einem separaten Rahmen regelmässig (ca. 1x pro Quintal) zusammen um Betriebsprobleme zu besprechen. Der IT-Support ist zuständig für die Koordination und Betreuung der Kustoden.

6.2 Supportorganisation

Der IT-Support wird generell in die Bereiche Technik und Pädagogik aufgeteilt, die jeweils unterschiedliche Anforderungen an die Rolleninhaber stellen. Der IT-Support erledigt

Aufgaben, die spezielle Fachkenntnisse erfordern. Er unterstützt die Kustoden der Schulanlagen und sichert so den 2nd Level Support. Die Kustoden übernehmen lokale administrative Arbeiten, die Fehlerbehebung und Problemlösung des 1st Level gegenüber den LP und den jeweiligen Schulleitungen der Schulanlagen.

6.2.1 Technischer IT-Support

Der technische IT-Support ist zuständig für die Funktionstüchtigkeit der gesamten ICT-Infrastruktur und hat somit die Verantwortung für die operative technische Leitung.

Der technische IT-Support übernimmt 2nd Level Aufgaben für:

- Computer und Tablets
- Displays und AppleTV (Settop-Box)
- Weitere Peripherie-Geräte wie Drucker, Tastaturen etc.
- Erteilung von Zugangsberechtigungen
- Unterhalt Netzwerkinfrastruktur (WLAN, Server, Switch)
- Hilfestellung gegenüber Kustoden
- Überwachung von Lizenzen und Verträgen
- Beschaffungen (in Zusammenarbeit mit dem ICT-Ausschuss)
- Erstellung und Aktualisierung des Katalogs der Anwendungsprogramme

Der technische IT-Support kann externen Fachsupport (3rd Level) beiziehen z.B. für:

- Planung Netzwerkinfrastruktur
- Cloud-Dienste

6.2.2 Pädagogischer IT-Support

Der pädagogische Support ist zuständig für übergreifende pädagogische Themen wie Integration von Medien und ICT im Unterricht und der Umsetzung des Lehrplans 21. Der pädagogische IT-Support bietet Beratung und Unterstützung für die LP an, wie diese zielgerichtet den Unterricht mit den vorhandenen ICT-Mitteln gestalten können. Der pädagogische IT-Support übernimmt folgende Aufgaben:

- Operative pädagogische Leitung
- Erstellung des Gesamtkonzepts für die Weiterbildungen der LP
- Beratungsangebote für die LP im Unterricht (Unterrichtsbesuche)
- Fachberatung gegenüber den Kustoden
- Weiterbildungsplanung mit den Schulleitungen in den Anlagen
- Informiert sich laufend über neue Angebote und Neuerungen im pädagogischen ICT Bereich
- Erstellung und Aktualisierung des pädagogischen Softwarekatalogs

6.2.3 Kustoden

Die Kustoden übernehmen 1st Level Aufgaben für:

- Computer und Tablets
- Displays
- Weitere Peripherie-Geräte wie Drucker, Tastaturen etc.
- Einführungen zur Bedienung von Hardware und Applikationen
- Rückmeldungen und Austausch zu aktuellen Themen (quintalsweise an IT-Ausschuss)
- Meldungen an 2nd Level

6.3 Gesamtschulleitung

Die Gesamtschulleitung ist verantwortlich für die Umsetzung und Evaluation des pädagogischen und technischen ICT-Konzepts. Zudem trägt sie die Verantwortung für den pädagogischen und technischen IT-Support und ist zuständig für dessen Planung der Aus- und Weiterbildung.

Über Beschaffungen für den pädagogischen und technischen Bedarf entscheidet die Gesamtschulleitung im Rahmen ihrer Befugnisse.

7. Aus- und Weiterbildung

Damit die LP in der Lage sind, Medien und ICT für die persönliche Arbeitsorganisation zu nutzen und in den Unterricht schülerzentriert zu integrieren, müssen sie über unterschiedliche Kompetenzen verfügen. Die persönliche Medienkompetenz der LP ist wichtig, aber noch kein Garant dafür, dass ICT im Unterricht als Werkzeug eingesetzt oder als Thema aufgegriffen werden. Dafür sind auch mediendidaktische und medienpädagogische Kompetenzen notwendig.

LP müssen in der Lage sein, ICT für den fachlichen und fachübergreifenden Unterricht nach lehr- und lernrelevanten Kriterien auszuwählen und in den Unterricht einzubringen.

Mediendidaktische Kompetenz umfasst die Fähigkeit der LP, Lehr- und Lernformen so zu wählen, dass die SuS Medien und ICT als Hilfsmittel für das persönliche und das gemeinsame Lernen und Arbeiten verwenden können.

Schulpflege und ICT-Ausschuss definieren die Anforderungskompetenzen, die sie an die LP bezüglich Medien und ICT stellen. Bei Neuanstellungen ist die Berücksichtigung eines entsprechenden Zertifikats zu prüfen. Die LP nutzen schulinterne Weiterbildungen und die pädagogische Beratung (z.B. durch pädagogischen IT-Support). Jede LP soll zusätzlich ihren Weiterbildungsbedarf im diesem Bereich an den MAG mit der Schulleitung definieren und allenfalls die individuellen Weiterbildungsziele planen.

7.1 Pädagogischer IT-Support und Kustoden

Die Schule Opfikon unterstützt eine pädagogische Supportausbildung für die Kustoden und den pädagogischen IT-Support.

Die pädagogische Hochschule Zürich (PHZH) bietet den CAS Lehrgang PICTS⁴ (Pädagogischer ICT Support) an, der die künftigen Anforderungen an den pädagogischen IT-Support abdeckt. Nach absolvierter Ausbildung verpflichtet sich die Supportperson, mindestens 2 Jahre an der Schule Opfikon tätig zu bleiben und ihr Fachwissen den Kollegen zur Verfügung zu stellen. Für die Kustoden ist auch der Besuch einzelner Module des CAS Lehrgangs PICTS sinnvoll.

Der Wissenstransfer zu den LP erfolgt durch schulinterne Weiterbildungsveranstaltungen oder Coachings.

Die Gesamtschulleitung und die Schulpflege sind dafür verantwortlich, dass die zeitlichen und finanziellen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

⁴ https://eventophzh.phzh.ch/eventowp/files/uploads/CAS-PICTS_Ausschreibung_2018-19.pdf
Schule Opfikon
ICT-Infrastrukturkonzept
09.10.2019, JEB

8. Umsetzung in einem Pilotprojekt

Die Umsetzung des vorliegenden Infrastrukturkonzepts wird anhand einer Pilot-Installation im Schulhaus Oberhausen (nur Unter- und Mittelstufe) durchgeführt. Im Rahmen dieses Piloten können direkte Erfahrungen bezüglich des Einsatzes der Client-Infrastruktur gesammelt werden. Nach Auswertung des Pilotbetriebs im Jahr 2018 wird das Infrastrukturkonzept ggf. überarbeitet bzw. angepasst. Der ICT-Ausschuss begleitet diesen Piloten eng und wird die Schulpflege regelmässig über die Entwicklungen bzw. Erfahrungen orientieren.

9. Mengengerüst, Investition und Betriebskosten

Die nachfolgende Aufstellung zeigt die Investitionen und Betriebskosten bei einer kompletten Neubeschaffung der Infrastruktur gemäss dem in diesem Konzept aufgeführten Mengengerüst. In einem separaten Realisierungskonzept wird die bestehende und noch verwendbare Infrastruktur untersucht um die effektiven Investitionen abzuschätzen. Dieses Mengengerüst präsentiert sich nach aktuellem Stand wie folgt:

Mengengerüst SOLL (Basis-Variante)

	Angaben				Notebook		Tablets			Peripherie	
	Anzahl Schulen	Anzahl Zimmer	Anzahl Klassen	Klassengrössenschnitt	Anz. NB/ Pool	Anz. NB/ Lehrer	Verhältnis Schüler/Tablet	Anz. Tablets/ Schule (Pool)	Lehrer-Tablet 15	Drucker/ Zimmer 5	Display/ Zimmer
Hort/MS/DaZ/Logo	5										
Kindergartenstufe	13		24	19		1	10			1	0
Unterstufe	3		25	19.8		1	5	30		1	1
Mittelstufe	3		23	19.3		1	3	30		1	1
Sekundarstufe	1		25	16.2	26	1	2	0		1	1
Total		97	97		26	200	496	60	0	97	97
Gesamttotal					226			571		102	97

Abbildung 3: Mengengerüst gem. aktuellen Zahlen betr. LP und SuS

Variante 'Basic'

Gesamtkosten Infrastruktur, Betrieb, Weiterbildung		
Infrastruktur		
Notebooks, Tablets	CHF 720'000	inkl. SW/Apps
Peripherie	CHF 30'000	
Display	CHF 930'000	
Cloud	CHF 30'000	
Dienstleistungen	CHF 60'000	
Ausbau Funkverbindung	CHF 20'000	(Verbindung zw. den Schulen)
WLAN-Infrastruktur	CHF 180'000	
Betrieb		
Betrieb/Support	CHF 400'000	pro Jahr
Internet-Zugang	CHF 30'000	pro Jahr
Weiterbildung		
Extern	CHF 40'000	
Intern	CHF 40'000	
Summe	Einmalig	CHF 1'120'000 (ohne Displays)
	Wiederkehrend	CHF 400'000

In den Supportkosten sind 48 Wochenlektionen für den pädagogischen Support und 14 Wochenlektionen für den technischen Support durch Kustoden bereits eingerechnet

Abbildung 4: Investitions- und Betriebskosten bei Neuausstattung

10. Anhang

10.1 Thin Client Modell

Beim Thin Client Modell werden mehrere standardisierte Clients über ein Netzwerk an einen leistungsfähigen Zentralrechner (Server) angeschlossen. Alle Datenspeicherungen und Applikationen werden dabei auf dem Server ausgeführt. Die Thin Clients werden nur noch als Ein- und Ausgabegeräte für den Benutzer verwendet, die Rechenleistung wird also durch den Server erbracht. Der Zentralrechner besteht aber nicht nur aus einem einzigen Server sondern aus einer Server-Farm, die zu einem logischen System zusammengefasst sind. Dadurch wird eine hohe Skalierbarkeit erreicht, weil bei Bedarf weitere Server zu dem System hinzugefügt werden können um erhöhte Leistungsanforderungen zu befriedigen bzw. zusätzliche Thin Clients einzubinden. Diese Zentralisierung schlägt sich in tieferen Betriebs- und Wartungskosten nieder. Zudem sind die Clients robuster und weniger anfällig und haben deshalb einen längeren Lebenszyklus gegenüber einem normalen PC. Dies sind Faktoren, welche die Kosten von Informatikmitteln erheblich reduzieren können. Bei der Verwendung von alten Computern als Thin Client Computer entstehen auch sehr geringe Kosten für die Clientseite, sondern es sind fast ausschliesslich Investitionen auf Serverseite nötig. Auch bei der Beschaffung der Clients kommen Thin Clients deutlich günstiger zu stehen kommen als normale Computer. Da Thin Clients ohne Serveranbindung nicht voll-funktionsfähig sind, können sie auch an Orten platziert werden, die weniger geschützt sind. Sie sind weniger attraktiv für Diebstähle oder Vandalismus.

Thin Clients werden oft in VDI-Installationen (Virtual Desktop Infrastructure) verwendet. Bei VDI wird der komplette PC-Desktop (inkl. persönlicher Einstellungen) auf einem Server virtualisiert, auch das Betriebssystem läuft auf einer virtuellen Maschine. So können mehrere Instanzen von Betriebssystemen auf einer virtuellen Maschine betrieben werden und die Intelligenz liegt zentralisiert im Rechenzentrum, zu den Schulen müssen jedoch die Netzwerkverbindungen sichergestellt werden.

Erfahrungen haben aber gezeigt, dass sich VDI-Lösungen eher für statische Büroarbeitsplätze eignen, deren Anforderungen an Grafikleistungen nicht sehr hoch sind. VDI-Lösungen genügen aber den Anforderungen von Lehrpersonen in Bezug auf den Einsatz im Unterricht und auf die Nutzung der Lernprogramme durch die Schüler nicht vollkommen. Vor allem bei grafikintensiven Applikationen und dynamischen Inhalten (z.B. Videos, MS Powerpoint) kommt VDI bald an seine Grenzen. Da in den Schulen aber solche Anwendungen sehr oft eingesetzt bzw. verwendet werden, ist eine VDI-Lösung nicht als optimal zu betrachten.

Als mögliche Lösung um die Schwächen einer VDI-Lösung zu eliminieren und gleichzeitig von den Vorteilen einer zentralisierten und virtualisierten Umgebung profitieren zu können, bietet sich eine Hosted Desktop Infrastructure (HDI) an. Bei einer HDI-Lösung werden jedem Benutzer quasi eigene Ressourcen inklusive Grafikprozessoren auf einem zentralen Server zur Verfügung gestellt. Dadurch werden die erwähnten Leistungseinbussen der VDI-Lösung umgangen. Der eingebaute Grafikprozessor hebt die Grafikleistung auf das Niveau eines traditionellen PC, so dass Schulanwendungen ohne lange Reaktionszeiten und Unterbrüche genutzt werden können.

10.2 WLAN

Bedingt durch die Verwendung von Funkverbindungen haben WLAN's mehrere Nachteile, denen aber entgegengewirkt werden kann:

- WLAN's sind im Vergleich zu Kabelverbindungen störanfälliger. Dieses Problem wird aber durch sorgfältige Planung und Implementierung sowie Verwendung hochwertiger Komponenten entschärft.
- WLAN's sind zwar im Vergleich zu Kabelverbindungen grösseren Sicherheitsrisiken ausgesetzt, weil die Funkverbindungen leichter 'abhörbar' und manipulierbar sind. Dieses Problem wird wiederum durch Verwendung aktueller Verschlüsselungs- und Authentifizierungstechniken in Verbindung mit einem qualifizierten Management entschärft.
- Die verwendeten Funkverbindungen erzeugen elektromagnetische Felder, so dass manche Personen gesundheitliche Bedenken gegen ihre Verwendung vorbringen. Auch wenn die bei WLAN's auftretenden Feldstärken nach Überzeugung der Fachleute gesundheitlich unbedenklich sind (die von den Mobiltelefonen erzeugten Feldstärken sind z.B. wesentlich grösser, schon weil die zu überbrückenden Distanzen zur nächstgelegenen Antenne bei der Mobiltelefonie wesentlich grösser sind), so ist aus prinzipiellen Gründen eine sorgfältige Planung der Netzwerkstruktur empfohlen und die Feldstärken der Access-Points (AP) durch entsprechende Konfiguration möglichst zu minimieren. Dazu ist der Einsatz von WLAN-Controllern sinnvoll, da die Feldstärke durch automatische Anpassung der Sendeleistung in den einzelnen Access Points auf einen möglichst niedrigen Wert reduziert wird. Zudem können die AP und somit das gesamte Netz einfacher kontrolliert und verwaltet werden.

10.3 Kostenvergleich der Betriebsmodelle

Auf Basis der Variante 'Basic' wurden mögliche Betriebsmodelle miteinander verglichen:

1. Beschaffung und Betrieb einer Thin Client Umgebung mit entsprechender Server-Infrastruktur
2. Beschaffung und Betrieb einer Client-Server-Infrastruktur (analog dem aktuellen Modell)
3. Betrieb als Cloud-Service und Beschaffung der Clients in der Variante 'Basic'

Zusätzlich wurde die Variante 'Power' gemäss den Empfehlungen der Bildungsdirektion des Kanton Zürich betreffend Mengengerüst aufgeführt. Diese unterscheidet sich durch eine höhere Dichte an Endgeräten (höhere Anzahl von Clients) von der Variante 'Basic'. Zusätzlich wurde der Aufwand für den technischen Support und der Betrieb aufgrund der gestiegenen Anzahl Geräte (und damit der notwendigen Verwaltungssoftware) erhöht.

Thin Client mit Eigenbetrieb

Gesamtkosten Infrastruktur, Betrieb, Weiterbildung		
Infrastruktur		
Notebooks, Tablets	CHF 600'000	inkl. SW/Apps
Peripherie	CHF 20'000	
Display	CHF 930'000	
Server-HW	CHF 220'000	
Server-SW	CHF 180'000	
Dienstleistungen	CHF 150'000	
Ausbau Funkverbindung	CHF 20'000	(Verbindung zw. den Schulen)
WLAN-Infrastruktur	CHF 180'000	
Betrieb		
Betrieb/Support	CHF 460'000	pro Jahr
Internet-Zugang	CHF 30'000	pro Jahr
Weiterbildung		
Extern	CHF 40'000	
Intern	CHF 40'000	
Summe	Einmalig	CHF 1'450'000 (ohne Displays)
	Wiederkehrend	CHF 460'000

Zentraler Server (Eigenbetrieb)

Gesamtkosten Infrastruktur, Betrieb, Weiterbildung		
Infrastruktur		
Notebooks, Tablets	CHF 740'000	inkl. SW/Apps
Peripherie	CHF 40'000	
Display	CHF 930'000	
Server-HW	CHF 20'000	
Server-SW	CHF 0	
Dienstleistungen	CHF 70'000	
Ausbau Funkverbindung	CHF 20'000	(Verbindung zw. den Schulen)
WLAN-Infrastruktur	CHF 180'000	
Betrieb		
Betrieb/Support	CHF 545'500	pro Jahr
Internet-Zugang	CHF 30'000	pro Jahr
Weiterbildung		
Extern	CHF 40'000	
Intern	CHF 40'000	
Summe	Einmalig	CHF 1'150'000 (ohne Displays)
	Wiederkehrend	CHF 545'500

Variante 'Power'

Gesamtkosten Infrastruktur, Betrieb, Weiterbildung	
Infrastruktur	
Notebooks, Tablets	CHF 970'000 inkl. SW/Apps
Peripherie	CHF 30'000
Display	CHF 930'000
Cloud	CHF 30'000
Dienstleistungen	CHF 90'000
Ausbau Funkverbindung	CHF 20'000 (Verbindung zw. den Schulen)
WLAN-Infrastruktur	CHF 180'000
Betrieb	
Betrieb/Support	CHF 471'600 pro Jahr
Internet-Zugang	CHF 40'000 pro Jahr
Weiterbildung	
Extern	CHF 40'000
Intern	CHF 40'000
Summe Einmalig	CHF 1'400'000 (ohne Displays)
Wiederkehrend	CHF 471'600

Mengengerüst SOLL (Power-Variante)

	Angaben				Notebook		Tablets			Peripherie	
	Anzahl Schulen	Anzahl Zimmer	Anzahl Klassen	Klassengrössen-schnitt	Anz. NB/ Pool	Anz. NB/ Lehrer	Verhältnis Schüler/Tablet	Anz. Tablets/ Schule (Pool)	Lehrer-Tablet	Drucker/ Zimmer	Display/ Zimmer
Hort/MS/DaZ/Logo	5								15	5	
Kindergartenstufe	13		24	19		1	5		1	1	0
Unterstufe	3		25	19.8		1	2	0	1	1	1
Mittelstufe	3		23	19.3		1	2	0	1	1	1
Sekundarstufe	1		25	16.2	0	1	1	0	1	1	1
Total		97	97		0	200	967	0	0	97	97
Gesamttotal					200			982		102	97

Variante 'Basic'

Gesamtkosten Infrastruktur, Betrieb, Weiterbildung	
Infrastruktur	
Notebooks, Tablets	CHF 720'000 inkl. SW/Apps
Peripherie	CHF 30'000
Display	CHF 930'000
Cloud	CHF 30'000
Dienstleistungen	CHF 60'000
Ausbau Funkverbindung	CHF 20'000 (Verbindung zw. den Schulen)
WLAN-Infrastruktur	CHF 180'000
Betrieb	
Betrieb/Support	CHF 400'000 pro Jahr
Internet-Zugang	CHF 30'000 pro Jahr
Weiterbildung	
Extern	CHF 40'000
Intern	CHF 40'000
Summe	CHF 1'120'000 (ohne Displays)
Einmalig	CHF 400'000
Wiederkehrend	

Mengengerüst SOLL (Basis-Variante)

	Angaben				Notebook		Tablets			Peripherie	
	Anzahl Schulen	Anzahl Zimmer	Anzahl Klassen	Klassengrössen-schnitt	Anz. NB/ Pool	Anz. NB/ Lehrer	Verhältnis Schüler/Tablet	Anz. Tablets/ Schule (Pool)	Lehrer-Tablet 15	Drucker/ Zimmer	Display/ Zimmer
Hort/MS/DaZ/Logo	5									5	
Kindergartenstufe	13		24	19		1	10			1	0
Unterstufe	3		25	19.8		1	5	30		1	1
Mittelstufe	3		23	19.3		1	3	30		1	1
Sekundarstufe	1		25	16.2	26	1	2	0		1	1
Total		97	97		26	200	496	60	0	97	97
Gesamttotal					226			571		102	97