

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Grundlagen und Geltungsbereich	3
1.1.1	<i>Grundlagen</i>	3
1.1.2	<i>Ziel und Zweck dieses Dokumentes</i>	3
1.1.3	<i>Allgemeine Hinweise / Redaktion</i>	3
2	Grundinstallation und Backbone	4
2.1	UKV (Universelle Kommunikationsverkabelung)	4
2.1.1	<i>Grundlagen UKV</i>	4
2.1.2	<i>Distanzen in der Verkabelung</i>	5
2.2	EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit / Störfähigkeit)	5
2.2.1	<i>Einleitung</i>	5
2.2.2	<i>Angestrebte Ziele</i>	6
2.2.3	<i>Massnahmen</i>	6
2.2.4	<i>Erdschleifen und Auswirkungen</i>	7
2.2.5	<i>Wirkung einer Abschirmung</i>	7
2.2.6	<i>UTP versus STP</i>	8
2.2.7	<i>Zusammenfassung und Empfehlung</i>	8
2.3	Backbone	9
2.3.1	<i>Grundlage</i>	9
2.3.2	<i>Auslegung der Bandbreite</i>	9
2.3.3	<i>Auslegung Mehrfachleitungen (Trunking)</i>	9
2.3.4	<i>Backbone Konzeptvarianten</i>	10
2.3.5	<i>Physikalische Vernetzungstechnologien</i>	12
2.3.6	<i>Allgemein</i>	12
2.3.7	<i>Verkabelung</i>	12
2.3.8	<i>Funktechnologien</i>	13
2.3.9	<i>Powerline Communication PLC</i>	13
3	Richtlinien Verkabelung	14
3.1	Gebäudeverbindungen (Primär-Verkabelung)	14
3.2	Verteileranschlüsse (Sekundär-Verkabelung / Backbone)	14
3.3	Endgeräteanschlüsse (Tertiär-Verkabelung)	15
3.4	Kabelbeschriftung	16
3.5	Stecksysteme	16
3.6	Verteiler und Rangierfelder	17
3.7	Patchkabel	17
3.8	Verteiler Beschriftung	17
3.9	Arbeitsplatz-Installation	17
3.9.1	<i>Komplette Bezeichnung eines Anschlusspunktes</i>	18
3.9.2	<i>Verteilerschränke / Panel</i>	19

4	Ausgestaltung der Anschlüsse	20
4.1	Beispiel 1: Klassenzimmer mit maximal 3 Anschlüssen mit fester Verkabelung	21
4.2	Beispiel 2: Klassenzimmer ab 3 Anschlüssen mit fester Verkabelung	21
4.3	Beispiel 3: WLAN Erschliessung im Klassenzimmer	22
4.4	Beispiel 4: WLAN Erschliessung im Gebäudeteil (Stockwerk, Trakt, ...)	22
5	Netzaufbau und Infrastruktur.....	23
5.1	Grundlagen.....	23
5.2	Verteiler	23
5.3	Raumanforderungen Server + Infrastrukturräume	24
5.4	Überspannungsschutz und Unterbruchsfreie Stromversorgung (USV)	24
6	Netzwerkkomponenten	25
6.1	Allgemein.....	25
6.2	Hardware	26
7	ICT Sicherheit	28
7.1	Grundlage.....	28
7.2	Physikalische Zugänge zum System.....	28
7.3	Logische Zugänge (Accounts).....	28
7.4	Trennung der Netze	28
7.5	Zugriff von aussen.....	29
7.6	Sicherheit bei Zugriffen auf Drittnetze	29
7.7	Generelle Sicherheitsmassnahmen im Bildungsnetz / KOMSG	30
8	Dokumentation	30
8.1	Anlagendokumentation	30
9	Betrieb, Unterhalt und Support.....	31
9.1	Support.....	31
9.2	Bindung von externen Supportdienstleistern (Wartungsvertrag)	31
10	Weitere Dokumente	32
10.1	Anhang C: Begriffe und Abkürzungen	33

1 Einleitung

Die Themen Informatik und Internet gewinnen auch für die Schule laufend an Aktualität. Für den Unterricht in allen Bereichen der Schule werden laufend Unterrichtsmittel geschaffen, für deren Einsatz Informationstechnologien vorausgesetzt werden.

Angesichts der gesellschaftlichen und kulturellen Entwicklung wird erwartet, dass Computer als Arbeits- und Lerninstrumente in den Unterricht sämtlicher Schulstufen integriert werden.

Computer erschliessen neue Informationsquellen, sind Werkzeuge für die Informationsverarbeitung und Mittel zur Wissensvermittlung. Neben der Qualität der Software sind vor allem die pädagogische Grundhaltung und die Fachkompetenz der Lehrkraft für den Unterricht entscheidend.

1.1 Grundlagen und Geltungsbereich

1.1.1 Grundlagen

Grundlage für dieses Dokument bildet das „Konzept Informatik in der Volksschule“ des Erziehungsdepartementes des Kantons St. Gallen, erlassen vom Erziehungsrat am 26.1.2001

Der Bericht zuhanden des Grossen Rates „Informatik-Bildungsoffensive des Kantons St. Gallen“ (34.02.02) enthält die Vorgaben für die Umsetzung des Einsatzes von Informatikmitteln in den Volks- und Mittelschulen des Kantons.

Dieses Dokument ist als technische Ergänzung zum Bericht Informatik Bildungsoffensive zu verstehen und enthält Informationen für die Umsetzung der technischen Infrastruktur. Diese hier vorliegenden allgemeinen Technischen Richtlinien werden durch die beiden Dokumente zu WLAN (Funknetzwerk) und VLAN (Virtuelle Netzwerke) ergänzt.

1.1.2 Ziel und Zweck dieses Dokumentes

Dieses Hilfsmittel soll es den Schulen ermöglichen, selbständig fachlich korrekte Angebote bei möglichen Anbietern einzuholen. Beauftragte Unternehmer sollen mit Hilfe dieses Dokumentes die Arbeiten möglichst selbständig und fachlich richtig ausführen können.

Da bei vielen Schulen unterschiedliche Strukturen anzutreffen sind, kann dieses Dokument keinen Anspruch auf Abdeckung aller möglichen sinnvollen Lösungsansätze erheben.

Für die Auslegung und Prüfung von konzeptionellen Grundlagen kann es deshalb durchaus notwendig sein, Unterstützung durch Fachberater beizuziehen. Der Aufwand nötiger Unterstützung dürfte sich mit Hilfe dieser Richtlinien stark reduzieren.

1.1.3 Allgemeine Hinweise / Redaktion

Fragen, allgemeine Hinweise sowie Verbesserungsvorschläge zu diesem Dokument oder den darin beschriebenen Richtlinien und Standards werden gerne entgegengenommen und sind an folgende Adresse zu richten:

Erziehungsdepartement Kanton St. Gallen
Dienst für Inneres und Informatik
Helmut Fürer
Davidstrasse 31
9001 St. Gallen

helmut.fuerer@sg.ch

Freigabe	Technische Richtlinien Netzwerkinstallationen <small>Techn. Richtlinie Netz Schule V2.1.doc</small>	Erziehungsdepartement Kanton St.Gallen		Seite 3 von 33
		Datum	22.06.04	

2 Grundinstallation und Backbone

2.1 UKV (Universelle Kommunikationsverkabelung)

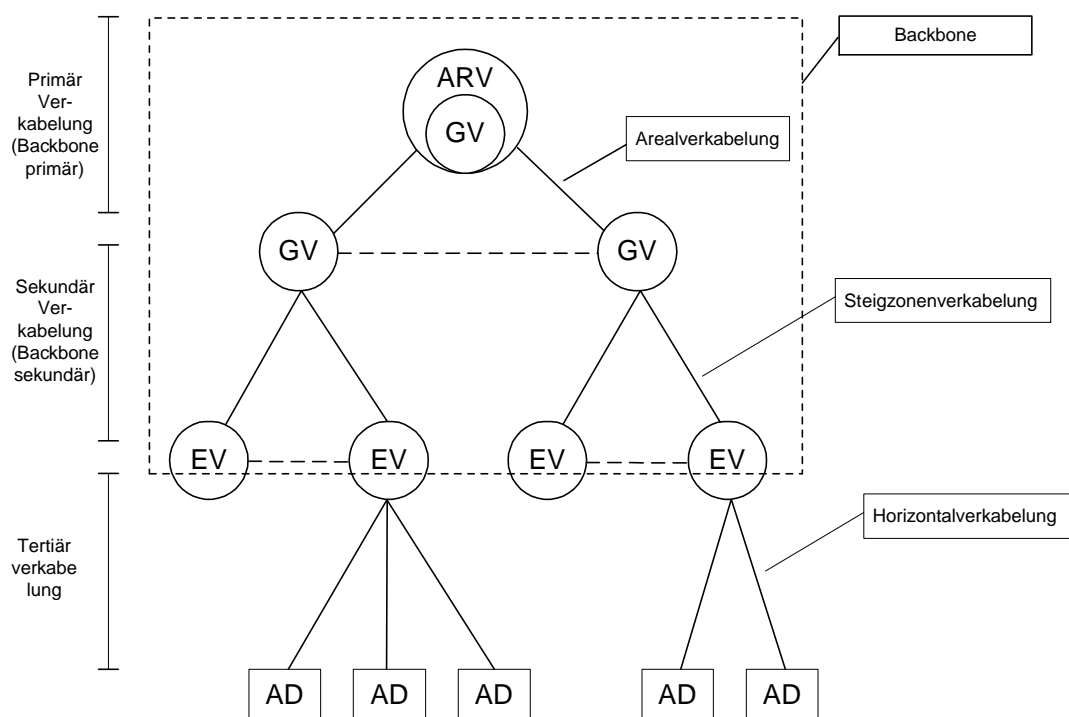
Die Installation hat sich nach den allgemeinen Richtlinien (insbesondere Verlegungsabstände) und Strukturen der UKV Norm zu richten (EN 50 173: 1995/A1: 2000).

Für die Planung von Rechnerarbeitsplätzen in Dienstleistung und Industrie wird heute bei einer UKV Planung üblicherweise von 3 Anschlüssen pro Arbeitsplatz ausgegangen. Diese Anschlüsse decken den Bedarf für den Netzwerkanschluss eines Rechners, Druckers und für ein weiteres Medium (z.B. Telefon) ab. Bei Neubauten ist die Planung der Netzwerkanlüsse auf diesen Grundlagen aufzubauen.

Eine solche Infrastruktur würde in Anbetracht der entstehenden Kosten einer Schule nicht gerecht werden. Darauf folgend wird in dieser Richtlinie eine effektive Minimallösung vorgeschlagen, die kontinuierlich erweitert werden kann.

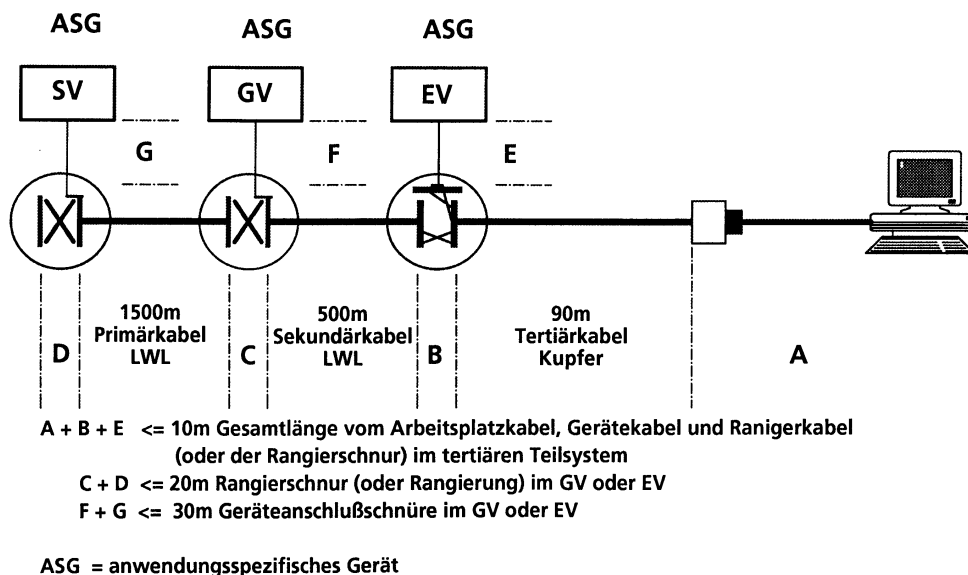
2.1.1 Grundlagen UKV

Prinzipieller Aufbau



- ARV Arealverteiler. Kann gleichzeitig einen Gebäudeverteiler darstellen
- GV Gebäudeverteiler
- EV Etagenverteiler
- AD Anschlussdose (Arbeitsplatz)

2.1.2 Distanzen in der Verkabelung



Die Distanz von 90m gilt als Grundsatz, der nur bei einer **universellen** Kommunikationsverkabelung zwingend eingehalten werden muss, um damit den Betrieb aller Medien zu garantieren.

Wird eine reine Datenverkabelung von den Aktivkomponenten zum Arbeitsplatz vorgenommen und nur für diesen Zweck verwendet, so können in Ausnahmefällen Herstellerangaben der Aktivkomponenten gelten. Es muss dabei beachtet werden, dass der Austausch oder Ersatz einer Aktivkomponente auch mit einem anderen Produkt erfolgen kann, welches andere Distanzen unterstützt.

2.2 EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit / Störfähigkeit)

2.2.1 Einleitung

Erdung und Abschirmung sind Schutzmassnahmen gegen Störungen, die hervorgerufen werden durch Elektromotoren, Netzleitungen und nahe Rundfunk- und Radarsender hoher Leistung. Die Auswirkung sind Signalverfälschungen oder Einkoppelungen. Oft sind Art, Stärke, Häufigkeit und Frequenz dieser Störungen nicht genau bekannt. Daraus folgt: Es gibt kein ideales Erdungs- und Abschirmungskonzept. Jedes Konzept ist wirksam gegen bestimmte Störungen, aber wirkungslos oder sogar kontraproduktiv gegen andere. Wichtig ist die Betrachtung des Gesamten und die Entscheidung für ein einziges EMV-Konzept in einem System, dessen Kontinuität stets weiterverfolgt werden kann. Rein optische Kabel müssen nicht geerdet werden, strahlen nicht ab und sind immun gegen elektromagnetische und elektrostatische Störungen.

Definitionen:

Erdung: Eine elektrische Verbindung zwischen einem Leiter und dem Erdpotential.

Abschirmung (elektrisch): Eine Hülle aus leitfähigem Material, die eine Quelle elektromagnetischer Strahlung umgibt (Faraday-Käfig). Ist die Hülle geschlossen, tritt keine elektromagnetische Strahlung aus der Hülle aus oder in sie ein. Eine Abschirmung kann, aber muss nicht geerdet sein.

2.2.2 Angestrebte Ziele

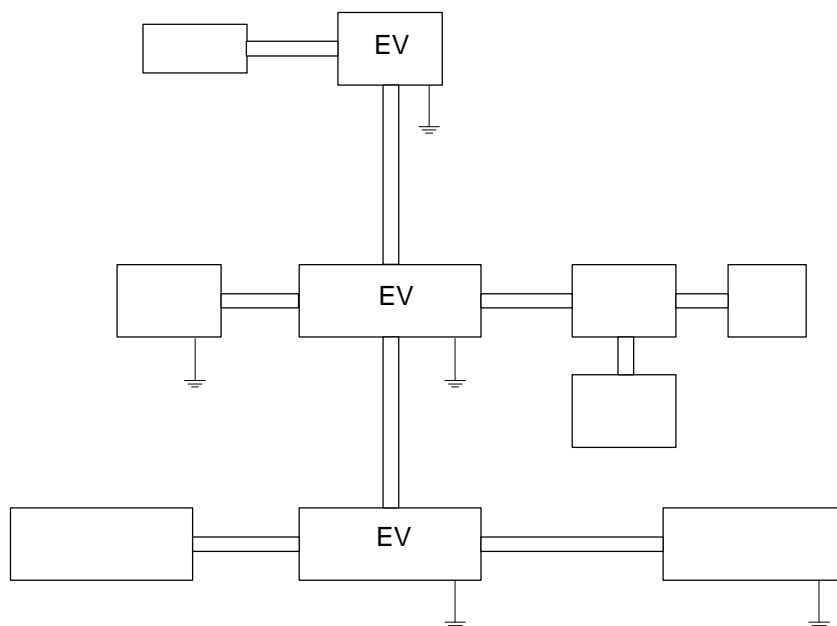
- Schutz des Systems vor Störeinflüssen
- Beschränkung der Störaussendung auf ein sinnvolles Mass

2.2.3 Massnahmen

Eine Verkabelung soll in der sogenannten Maschenstruktur erfolgen, welche folgende Kennzeichnungen beinhaltet:

- Symmetrische Übertragung
- Erdung der Abschirmung auf beiden Kabelseiten
- Erdung
- Verlegung in Metallkanal

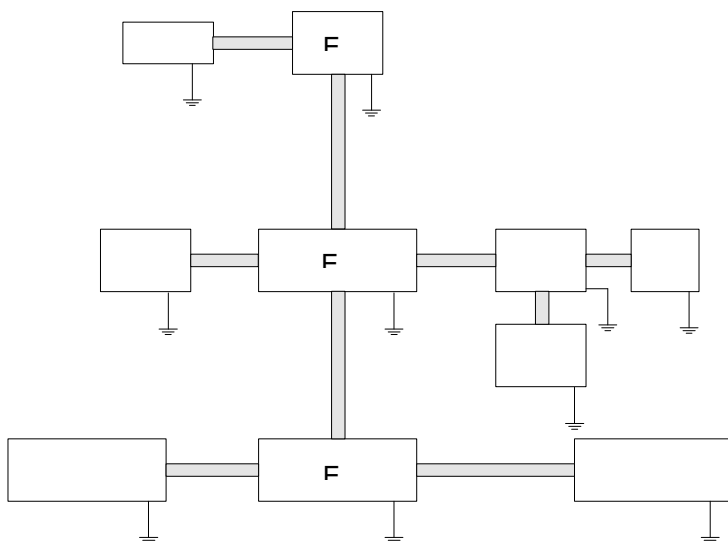
Konzept U für ungeschirmte Kabel (U = ungeschirmt)



Eigenschaften:

- Schutzprinzip: Symmetrie
- Ziel: Hohe Impedanz für Gleichtaktstörungen, kleiner Gleichtaktstrom
- Kein Kabelschirm: Frage, ob Schirm angeschlossen oder geerdet werden soll, stellt sich nicht
- Einfach zu handhaben bei Installation und Erweiterung, einfach zu überprüfen
- Durch statische und niederfrequente E-Felder können Gleichtaktspannungen (auf beiden Signalleitern induziert werden
- Transiente Magnetfelder können hohe Gleichtaktspannungen hervorrufen

Konzept M für geschirmte Kabel (M = Maschenstruktur)



Eigenschaften:

- Schutzprinzip: Symmetrie + Schirm
- Ziel: Durchgängige Abschirmung, die nur an einer Stelle geerdet ist
- Gut geeignet für relativ tiefe Frequenzen bis ca. 2MHz (z.B. Telefonie), gut geeignet für Geräte ohne Netzanschluss
- Problematisch für EDV-Anwendungen (hohe Frequenzen, Netzspeisung)
- Relativ gut beherrschbar: keine Schleifen → keine systemfremden Schirmströme (gilt nur für tiefe Frequenzen). Schirmströme, die von einem Gerät ausgehen, können aber andere Geräte beeinflussen
- Bedingt isolierte Montage (aufwändig, schwierig zu kontrollieren bei grossen Anlagen)

2.2.4 Erdschleifen und Auswirkungen

Erdschleifen

Dies sind geschlossene Stromkreise, bei denen ein Teil des Kreises durch das Erdungssystem gebildet wird. Sie lassen sich häufig nicht oder nur mit grossem Aufwand vermeiden. Ob Erdschleifen zulässig sind oder nicht, ist eine zentrale Frage in jedem EMV-Konzept.

Auswirkungen von Kreisströmen in Erdschleifen

- Störung der Signalübertragung wenn der Stromfluss im Schirm nicht symmetrisch zum Signalstrom ist
- Starke Kreisströme können die Kabelabschirmung zerstören

2.2.5 Wirkung einer Abschirmung

Es werden nach der Norm sowohl ungeschirmte wie auch geschirmte Kabel empfohlen. Beide Kabel sind durch symmetrische Übertragung geschützt gegen die Einkopplung und Aussendung von Störsignalen. Die miteinander verdrehten Adern bewirken einen sehr guten Schutz gegen induktive Kopplung. Geschirmte Kabel haben mit der Kabelabschirmung einen zweiten Schutzmechanismus gegen die erwähnten Phänomene.

Wirkung eines Schirms:

- Nicht angeschlossen: Kein erkennbarer Nutzen

Technische Richtlinien zur Netzwerkinstallation in Schulen

- Beidseitig angeschlossen (also mit dem Gehäuse des Endgeräts verbunden): Wirkung gegen elektromagnetische Strahlung, Prinzip des Faraday-Käfigs
- Einseitig geerdet: Schutz gegen statische und niederfrequente elektrische Felder (Wellenlänge grösser als Kabellänge)
- Beidseitig geerdet: Wirkung gegen hochfrequente magnetische Felder. Die beidseitige Erdung ermöglicht einen Schirmstrom, der das störende Magnetfeld teilweise kompensiert. Wobei zu beachten ist, dass ein durchgängiger Kabelschirm eine Erdschleife bildet, die ihrerseits wieder Störungen verursachen kann.

Wirkung ohne Schirm:

- Da kein Schirm besteht, können keine Erdschleifen über den Schirm geschlossen werden
- Bei höheren Frequenzen können sich durch Streukapazitäten trotzdem Erdschleifen bilden

Fazit:

Ein nur einseitig geerdeter Kabelschirm schützt gegen statische und niederfrequente E-Felder, gegen Abstrahlung und Einkoppelung von hochfrequenter Strahlung ist er praktisch wirkungslos.

Möchte man einen wirksamen Schutz gegen Hochfrequenzabstrahlung erzielen, so muss die Abschirmung durchgehend sein, d.h. das Kabel und die angeschlossenen Endgeräte umschliessen.

2.2.6 UTP versus STP

Technologie	UTP	STP
Installation	<ul style="list-style-type: none"> • Kein zusätzlicher Aufwand durch Anschluss von Abschirmungen (leicht kostengünstiger) 	<ul style="list-style-type: none"> • Genaue Verarbeitung erforderlich • Beachtung Biegeradien (Beschädigung Schirm) • 20-30% grösserer Arbeitsaufwand
Erdung	<ul style="list-style-type: none"> • Unabhängig und isoliert; somit keine Erdschleifen • Galvanisch isoliert; somit potentialfrei 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiches Erdungskonzept und entsprechende Messungen notwendig • Maschenstruktur um grosse Erdschleifen zu verhindern
Dämpfung	<ul style="list-style-type: none"> • Konstante Dämpfung bei der Verwendung von optimalen Komponenten 	<ul style="list-style-type: none"> • Dämpfung kann durch fehlerhafte Verarbeitung oder Abschirmung zunehmen (Symmetrie)
Platzbedarf		<ul style="list-style-type: none"> • + 20% aufgrund des grösseren Durchmessers im Vergleich zu UTP
Kabelkategorien	<ul style="list-style-type: none"> • Bis Kat. 6 250MHz 	<ul style="list-style-type: none"> • Bis Kat. 7 600MHz (noch kein Standard)

2.2.7 Zusammenfassung und Empfehlung

Eine Abschirmung verursacht höhere Kosten bezüglich Installation, Anschlusstechnik und Wartung. Für eine einwandfreie Funktion gegen Störquellen ist ein umfangreiches Erdungskonzept und die Kontrolle dessen Einhaltung notwendig. Der Nutzen steht gegenüber einem relativ hohen Aufwand. Wie in Kapitel EMV-Konzepte erwähnt, existieren dafür zwei Abschirmungsvarianten, die jeweils für unterschiedliche Störbereiche (hoch- und niederfrequent) ausgelegt sind.

Trotz des höheren Aufwandes werden heute meistens abgeschirmte Kabel in Verbindung mit einem entsprechenden EMV-Konzept wie Baum- oder Maschenstruktur verlegt; dies aus Überlegungen der Sicherheit und des Investitionsschutzes. Durch die immer grösseren Übertragungsfrequenzen entstehen Signalübertragungen auf nebeneinander liegende Kabel. Abhängig von der Qualität der Installation bietet eine Abschirmung zusätzlich zur Verdrillung der Adern einen erweiterten Schutz vor elektromagnetischen Einflüssen.

Empfehlung

Neubauten:

Empfehlenswert bei Neubauten ist die Anwendung einer Maschenstruktur. Es entstehen geringe Mehrkosten, wobei damit aber eine optimale Abschirmung für hochfrequente Störungen erreicht werden kann. Generell ist der Einsatz einer geschirmten Verkabelung zu empfehlen (Kat7).

Bestehende Gebäude:

Eine Maschenstruktur lässt sich nachträglich nicht oder nur mit sehr grossem finanziellen Aufwand realisieren. Deshalb empfiehlt sich unbedingt eine Erschliessung mittels Baumstruktur. Aus Platzgründen muss unter Umständen auf eine Abschirmung verzichtet werden. Dies gilt nicht im Sinne einer allgemeinen Empfehlung; es kann lediglich im speziellen Fall aufgrund der bestehenden Platzverhältnisse sinnvoll sein.

2.3 Backbone

Aus Kostengründen sollte nach Möglichkeit auf einen eigentlichen Backbone verzichtet werden. Bei Bedarf wäre dieser (Primär und Sekundär) wie folgt anzulegen.

Für den Backbone können je nach Bandbreitenbedarf und der Gesamtanzahl der Arbeitsplätze (Grösse des Gebäudes) Glas- oder Kupferleiter verwendet werden. Die Entscheidungskriterien und Varianten der einzusetzenden Leiterart werden nachfolgend behandelt. In der Grundausstattung wird, falls nötig, ein Backbone primär mit Kupferleitern ausgelegt.

2.3.1 Grundlage

In diesen Varianten wird von der Verkabelung eines Mediums (=Datenverkehr) ausgegangen. Wird die Infrastruktur für mehrere Medien verwendet, so ist zur Sicherung einer minimalen Flexibilität eine universelle Gebäudeverkabelung gemäss Kapitel 1.1 notwendig.

Ein Backbone ist nur dann notwendig, wenn eine verteilte Installation im Sinne verschiedener Konzentrationspunkte im Gebäude, oder besondere Strukturen (z.B. Distanzen über 90m) vorherrschen.

2.3.2 Auslegung der Bandbreite

Der Verbund von Daten-Konzentratoren (=Switches) untereinander (Backbone Sekundär) muss anhand des benötigten Bandbreitenbedarfes ausgelegt werden. In der Auslegung gilt es genügend Reserve einzuplanen.

Folgende Regeln dienen zur Ermittlung des Bedarfes:

- Ist die Anforderung pro Konzentrationspunkt (Switch) bekannt, so soll 100% Wachstumsreserve eingeplant werden.
- Die Standardbandbreite (inkl. Reserve) ist auf 10% und die Spitzenbandbreite auf 30% der Übertragungskapazität auszulegen.
- Ist der Bandbreitenbedarf nicht ermittelbar, soll für 8 Standardarbeitsplätze 1 x die Grundkapazität 100 Mbps (bei 100 Mbps zum Endgerät) gerechnet werden.
- Die Auslegung von Mehrfachleitungen ist gemäss Kapitel 2.3.3 beachten.

2.3.3 Auslegung Mehrfachleitungen (Trunking)

Entsprechend der heute üblichen Geräteauslegungen von Backbone-fähigen Geräten gilt folgende Richtlinie:

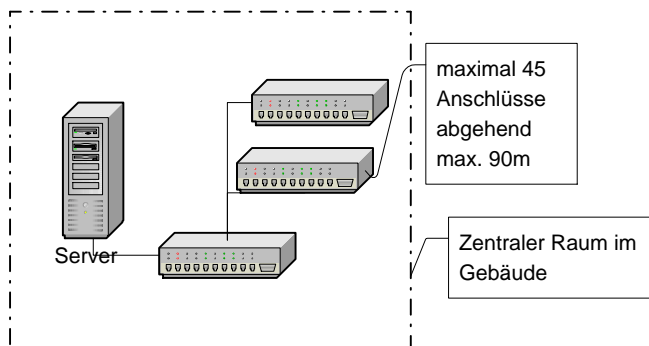
Verbindungen innerhalb der 90 Meter Verbindungsgrenze sollten in Kupfer ausgelegt werden. Dies sowohl im 100 Mbps wie auch im 1 Gbps Bereich.

Switches oder Switchgruppen bis 400 Mbps Bandbreitenbedarf im Backbone sind als 100 Mbps Trunk's, darüber als x Gbps Verbindung auszulegen.

2.3.4 Backbone Konzeptvarianten

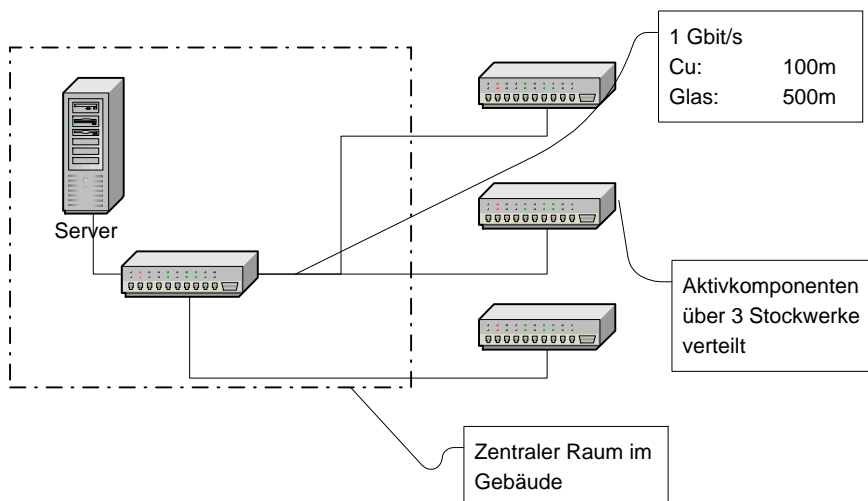
Zentral

Alle Leitungen werden zu einem Anschlusspunkt geführt. Die Verbindung zwischen den Switches bildet der Backbone. Dieser ist vorteilhaft als Ring auszuführen.



Dezentral einfach (über Stockwerke verteilt):

- Der zentrale Switch wird zum Sternpunkt des Backbone.
- Bei grösseren Umgebungen soll der zentrale Punkt redundant ausgeführt werden.

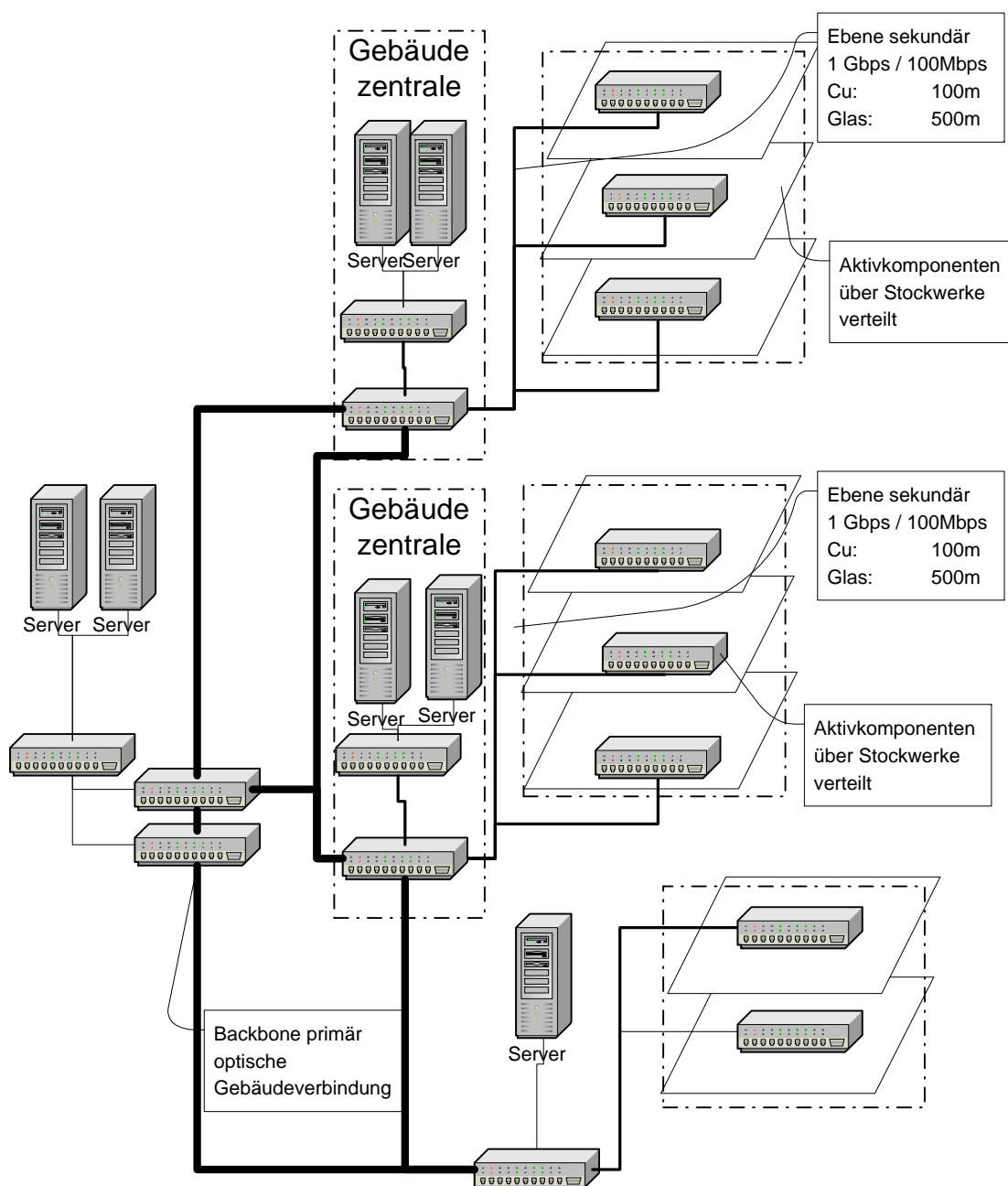


Technische Richtlinien zur Netzwerkinstallation in Schulen

Dezentral mehrstufig (über Stockwerke und Gebäude/Trakte verteilt):

- Der zentrale Switch wird zum Sternpunkt des Backbone.
- Der zentrale Punkt pro Ebene soll ab 4 Unterebenen* redundant ausgeführt werden.
- Der Primär-Backbone soll als Ring und ab 4 Unterebenen* zusätzlich als Stern ausgeführt werden.

*Unter Unterebene versteht man nachfolgende Switches, die die Verbindungen zu weiteren untergeordneten Ebenen darstellen.



2.3.5 Physikalische Vernetzungstechnologien

Die Kriterien zur Wahl der physikalischen Vernetzungstechnologien können anhand der folgenden Punkte abgeleitet werden:

Kriterien für LAN-Anschlüsse über das Festnetz:

- Nicht mobile Infrastrukturelemente wie Server, Router oder nicht mobile Arbeitsplätze und Peripherie sollten nur mit Festanschlüssen erschlossen werden.
- Mobile Geräte welche grosse Datenmengen im Netzwerk transportieren, sind anhand der benötigten Bandbreite für diesen Zweck am Festanschluss zu betreiben.
- Für multimediale Anwendungen in Echtzeit wird die Bandbreite eines Festanschluss benötigt.
- Selten mobil genutzte Geräte, welche nicht mehr als zwei mal pro Monat den Standort wechseln, sollten am Festnetz betrieben werden.
- Wo Funkantennen störend sind oder deren Betrieb nicht gewährleistet werden kann, ist die Erschliessung durch Festanschlüsse sinnvoll.
- Festanschlüsse bieten eine hohe Funktions- und Abhörsicherheit.

Kriterien für mobile oder teilmobile LAN-Anschlüsse (WLAN):

- Mobile Lehrer- oder Schülergeräte, welche oft in verschiedenen Räumen verwendet werden, sind ideal mit WLAN erschliessbar.
- Wo eine feste Erschliessung unverhältnismässig scheint, (Distanz, Gebäudestrukturen, fehlende Basisinstallation)
- Netzwerkzugänge mit kleinem Bandbreitenbedarf wie
 - gemeinsamer Internet- und E-Mailzugang
 - Hostsessions
 - gelegentlicher Datenaustausch.
- Anschlussleitungen zu den einzelnen Geräten welche zu unfallträchtigen Stolperfallen führen können oder damit verbundene Umgebungsmassnahmen entfallen.
- Beim Einsatz mobiler Geräte kann auf spezielles Mobiliar in der Regel verzichtet werden.
- Der Standard Bandbreitenbedarf sollte auf maximal 30% der Antennenlast ausgelegt werden..
- Ausrüstungen für mobile Geräte sind empfindlich auf mechanische Einflüsse. Wenn möglich sollten Geräte mit integrierten WLAN Elementen eingesetzt werden.
- Pro Antenne sollten maximal 10 WLAN Clients dauerhaft und 30 temporär betreiben werden.
- Die Funktionssicherheit kann durch Umwelteinflüsse wie starke Magnetfelder beeinträchtigt werden
- Die Abhörsicherheit ist zur Zeit minimal. Es dürfen keine unverschlüsselten Personendaten per WLAN übertragen werden.

2.3.6 Allgemein

In den meisten Schulen besteht ein knappes Platzangebot. Der Wunsch nach Mobilität und flexibler Anwendung der Computer ist ein zentrales Bedürfnis. Verschiedene Vorteile sprechen für ein Wireless LAN:

- Mobilität von Notebooks
- Schnelle Inbetriebnahme
- Kein Kabelsalat
- Geringer Installationsaufwand

2.3.7 Verkabelung

Eine Verkabelung mit festen Anschlüssen führt kostengünstig zu hoher Performance, hoher Zuverlässigkeit und benötigt praktisch keinen Unterhalt. Eine feste Verkabelung ist der primär zu wählende Ansatz für die Vernetzung. Für temporäre Anlagen oder Anlagenteile mit hohen Anforderungen an Mobilität und Flexibilität kann eine feste Verkabelung hinderlich oder zu aufwändig sein.

Freigabe	Technische Richtlinien Netzwerkinstallation <small>Techn. Richtlinie Netz Schule V2.1.doc</small>	Erziehungsdepartement Kanton St.Gallen		Seite 12 von 33
		Datum	22.06.04	

2.3.8 Funktechnologien

Zur Zeit werden Übertragungskapazitäten von ca. 5 Mbps Nettobandbreite pro Antennenstandort angeboten. Das entspricht 5% der Leistung eines Festanschlusses. Zudem müssen sich alle im gleichen Bereich betriebener Arbeitsplätze diese Leistung teilen. Bei 5 Arbeitsplätzen pro Antenne ergibt sich daraus noch 1% der Leistung eines Festanschlusses. Im selben Bereich können maximal 3 Antennen gleichzeitig betrieben werden.

Bereits bestehende, jedoch im Markt noch nicht eingeführte Weiterentwicklungen (IEEE 802.11a oder Hyperlan2) versprechen eine Leistungssteigerung von Faktor fünf (ca. 25 Mbps netto).

Vergleich

Im wesentlichen ist vor einer Realisierung die Bestimmung der Dienstleistung, die das Netzwerk erbringen soll, unabdingbar.

Grundsätzlich ist eine Verkabelung für Stationen mit festem Standort dem Einsatz einer WLAN-Technologie vorzuziehen, da eine wesentlich bessere Performance bei zudem weniger technischen Problemen erreicht wird. Die WLAN-Technologie ist allenfalls für entfernte stationäre Rechner, deren Verkabelung zu teuer wäre, sinnvoll. Ein Funknetz erbringt dort einen Nutzen, wo Flexibilität und Mobilität für **nicht** datenintensive Anwendungen gefordert ist (Bsp.: Multimedia).

	Kupfer- Kabel LAN (802.3) Fast Ethernet	Wireless LAN IEEE 802.11b	Wireless LAN 802.11a / Hyperlan2 (ca. ab Mitte 2002)
Verkabelungskosten	hoch	gering	gering
Hardwarekosten	niedrig	hoch	hoch
Sicherheit	rel. hoch (switched)	gering	gering
Reichweite	150m	25-100m	25-100m
Nominalbandbreite	100 Mbps	11 Mbps	22-55 Mbps
Durchsatz	~90 Mbps	~5 Mbps	10-25 Mbps
Verzögerung	sehr niedrig	mittel	mittel
Zuverlässigkeit	hoch	mittel	mittel
Strahlung	praktisch keine	gering	gering

Sehr wichtig in der Gestaltung eines Funknetzes sind die Aspekte der Anzahl teilnehmenden Benutzer, der Sicherheit (Mithörer), der Gebietsabdeckung und des geforderten Datendurchsatzes. Um die Betriebsleistung des Funknetzes garantieren zu können, muss eine seriöse, den spezifischen Anforderungen gerechte Planung, unter Einbezug aller relevanten Kriterien, durchgeführt werden.

Strahlung

Es gibt noch sehr wenige Untersuchungen zu Gesundheitsrisiken von Funknetzwerken. Die Mehrheit der bisher veröffentlichten Berichte stützen sich auf Versuche mit Funkwellen im Bereich der Mobiltelefonie (900/1800 MHz). Bis zum heutigen Zeitpunkt existieren keine wissenschaftlichen Studien über die Wirkungen von WLAN im 2.4 GHz-Bereich. Alle gültigen Verordnungen werden eingehalten, da die heute zur Verfügung stehenden WLANs eine im Vergleich zu Mobiltelefonen wesentlich geringere Strahlungsemission aufweisen (WLAN: ca. 1 bis 30mW, Mobiltelefone: 1-2 Watt).

2.3.9 Powerline Communication PLC

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Richtlinien ist der technische Stand der PLC Produkte keine echte Alternative zu einer Netzwerkverkabelung oder zu WLAN. PLC kann für einzelne spezielle Fälle durchaus Sinn machen. PLC ist als Basiskonzept für eine hausinterne Vernetzung nicht empfehlenswert, aber durchaus eine Option für kleine Anlagen mit grossen Distanzen.

Technische Richtlinien zur Netzwerkinstallation in Schulen

Die verfügbare Bandbreite ist beschränkt. PLC ist ein shared Medium, d.h. die verfügbare Bandbreite wird aufgeteilt.

PLC Prinzip

An einem Punkt wird eine sogenannte PLC Zentrale ans Netzwerk angeschlossen, welche die Starkstromleitungen eines Gebäudes als Netzwerk erschliesst. Dabei werden die Datensignale der Leistungsübertragung überlagert und können an beliebigen Punkten im Hausnetz bei den Clients an der Starkstromsteckdose abgenommen werden.

Der Vorteil dieser Erschliessung besteht darin, dass keine separaten Leitungen für die Datenübermittlung installiert werden müssen. Wo eine Steckdose verfügbar ist, ist auch ein Netzwerkanschluss möglich. Im Vergleich zu WLAN ist die Abhörsicherheit besser.

PLC Leistungsfähigkeit

Zur Zeit max. ca. 2.5 Mbps shared im ganzen Netzwerk. Damit könnte zum Beispiel eine Verbindung zum Router für den Internetzugang für ca. 20 Clients realisiert werden. Zugänge zu eigenen Servern sollten damit nicht realisiert werden; die Bandbreite ist deutlich zu gering.

PLC Kosten (Stand März 2002)

Zur Zeit ca. 1700.- für die Zentrale (ohne Installation) und 400.- pro Client (ohne Installation). Teilweise werden von örtlichen Anbietern wie Elektrizitätswerke Sonderkonditionen angeboten.

3 Richtlinien Verkabelung

3.1 Gebäudeverbindungen (Primär-Verkabelung)

Die Anbindung von Nebengebäuden und der WAN-/ MAN- Bereich hat in der Regel mit Lichtwellenleitern (LWL) zu erfolgen.

Die Primär-Verkabelung wird als Netzverbund betrachtet.

Die Anbindung von Nebengebäuden und des WAN-/ MAN-Bereichs erfolgt über:

- Unterirdische Verbindungen von Gebäuden
- Eigene Leitungen
- Basisbandleitungen
- Mietleitungen
- Dark-Fiber (Glasfaser)
- Optischer Richtfunk

Bei erdverlegten Kabeln ist der Kabelaufbau entsprechend verstärkt, metallfrei und mit Nagetierschutz vorzusehen.

Empfohlener Fasertyp: Multimode LWL-Kabel (24F) 50/125 OM3 850nm

3.2 Verteileranschlüsse (Sekundär-Verkabelung / Backbone)

Stecksystem Kupferleiter

- Es sind grundsätzlich RJ45 / Kat. 6 Stecksysteme einzusetzen
- Bei allen Anwendungen sind die Weisungen von Lieferantenvorgaben zu berücksichtigen.
- Steckdosen werden nicht codiert und sind generell mit unverlierbaren Staubschutzkappen zu versehen.
- In einer Ausschreibung müssen herstellerspezifische Auflagen für ein Zertifikat bzw. eine UKV-Systemgarantie berücksichtigt werden.

Freigabe	Technische Richtlinien Netzwerkinstallation <small>Techn. Richtlinie Netz Schule V2.1.doc</small>	Erziehungsdepartement Kanton St.Gallen		Seite 14 von 33
		Datum	22.06.04	

Stecksystem Lichtwellenleiter

- Bei Erweiterungen von bestehenden Anlagen sind Stecker der Typen ST bzw. SC oder FC/PC weiter zu verwenden.
- Bei Neuinstallationen sind Anschlüsse mit MT-RJ oder E2000 (mit Staubschutzkappe) einzusetzen

Allgemein:

Der steigende Bedarf von Bandbreite, vor allem für Anwendungen im Multimediabereich, erfordert heute und in Zukunft eine entsprechende Verfügbarkeit in der Infrastruktur des Netzwerkes.

1 Gbps Ethernet:

Um bei einer Bandbreite von 100 Mbps am Arbeitsplatz langfristig Engpässe zu vermeiden, ist ein Glasfiber-Backbone von 1 Gbps Ethernet zu empfehlen. Mit einer der heute am meist eingesetzten Glasfasern, der Multimode Faser, wird diese Anforderung bis zu einer Distanz von 500m abgedeckt.

Ausblick 10 Gbps Ethernet:

10 Gbps Ethernet Aktivkomponenten sind heute noch wenig verfügbar und werden in der Regel im WAN Bereich eingesetzt. Das Standardisierungsgremium IEEE hat noch keine Norm verabschiedet, und die Technologie und Codierungsverfahren stehen noch am Anfang der Entwicklung. Tendenziell wird der kommende Standard des Gremiums eine Distanz von 250-500m mit Multimode-Fasern vorschreiben, da viele Netzwerke auf diesen Technologien aufgebaut sind. Dies soll erreicht werden durch die Entwicklung von entsprechenden Codierungsverfahren, die zurzeit noch getestet werden.

Lichtwellenleiter LWL:

Beim Einsatz einer Multimode Faser OM3 50/125µm bei 850nm kann sowohl der heutige (1 Gbps Ethernet) als auch der zukünftige (10 Gbps Ethernet) Bedarf gedeckt werden. Aus diesem Grund ist es nicht empfehlenswert eine Singlemode Faser einzusetzen.

Empfohlener Fasertyp: Multimode LWL-Kabel (24F) 50/125 OM3 850nm

Abhängig von der Anzahl der nötigen Verbindungen kann die Menge der Fasern im Kabel auch situativ festgelegt werden.

Die Montage des Kabelendverschlusses erfolgt auf dem Frontpanel des Verteilers.

3.3 Endgeräteanschlüsse (Tertiär-Verkabelung)

- Es müssen mindestens 100 Mbps pro Anschluss übertragen werden können.
- Es sind wo möglich Kat. 6 STP 600 MHz Kupferkabel für den möglichen Ausbau auf 1Gbps Ethernet einzusetzen.
- Die Kabel sind 8-polig anzuschliessen. Somit wird der Anschluss von 1 Gbps pro Anschlusspunkt zu einem späteren Zeitpunkt gewährleistet.
- Auf Cablesplitting ist im Grundausbau zu verzichten, damit die erwähnte Option Gigabit Ethernet später eingesetzt werden kann.

Allgemein:

In einer Ausschreibung sollen herstellerepezifische Auflagen für ein Zertifikat bzw. eine Systemgarantie über die gesamte UKV Verkabelung berücksichtigt werden. Das heisst, dass bei der Installation eingesetzte Material- und Kategorienkombinationen die Systemgarantie nicht beeinträchtigen oder verhindern dürfen.

Empfehlung

Generell ist der Einsatz einer geschirmten Verkabelung zu empfehlen (min. Kat 6). Aus Platzgründen muss in bestehenden Bauten unter Umständen auf eine Abschirmung verzichtet werden. Dies gilt nicht im Sinne einer allgemeinen Empfehlung; es kann lediglich im speziellen Fall aufgrund der bestehenden Platzverhältnisse sinnvoll sein.

Technische Richtlinien zur Netzwerkinstallation in Schulen

Vergleich der Kabelkategorien:

Kategorie 5e	Kategorie 6/6e*	Kategorie 7
Standard Bis 125 MHz Gbps-Ethernet-fähig schlechtere Dämpfungswerte im oberen Frequenzbereich (Nachteil EDV) Stecksystem RJ 45	Standardisierung noch nicht verabschiedet (erfolgt im Jahr 2002) Bis 550 MHz UTP / 600MHz STP Gbps-Ethernet-fähig schlechtere Dämpfungswerte im unteren Frequenzbereich Stecksystem RJ45	Standardisierung noch nicht verabschiedet Bis 600 MHz Gbps-Ethernet-fähig schlechtere Dämpfungswerte im unteren Frequenzbereich Proprietäres Stecksystem (zwischen den Herstellern be- steht noch keine Einigung)

* Die Kategorie 6e war ursprünglich als Zwischenschritt Kat. 6 – Kat. 7 gedacht. Der referenzierte Normenwert nach ISO/DIN ist für Kat.6 UTP und STP minimal 250 MHz.

Einzelanschlüsse:

Für Einzelanschlüsse, wie zum Beispiel Drucker in Korridorzonen, wird nur die effektiv benötigte Anzahl UKV Kabel installiert. Einzelkabel werden wie normale Arbeitsplätze vom nächsten Kommunikationsraum erschlossen.

Der Anschluss der Kabel hat im entsprechenden Rack auf einem separaten Panel für Einzelkabel zu erfolgen. Entgegen dem Beschriftungskonzept können Einzelkabeln separate Bezeichnungen zugewiesen werden.

Verkabelungs-Elemente sollen möglichst einheitlich sein.

Eine Mischung von verschiedenen Qualitäten in der Gebäudeverkabelung ist zu vermeiden. Ausnahme: Temporäre Verkabelungen können eine andere, niedrigere Qualität aufweisen.

3.4 Kabelbeschriftung

- Die Beschriftung der Kabel hat mit dauerhaften, wetterfesten und selbstklebenden Acrylklebern zu erfolgen.
- Es dürfen keine Beschriftungen mit Bezeichnungsplättchen und / oder Kabelbinder verwendet werden.
- Die Kabel sind mit Normschrift (maschinell oder von Hand) zu beschriften.

3.5 Stecksysteme

Stecksystem Kupferleiter

- Es sind grundsätzlich RJ45 / Kat. 6 Stecksysteme einzusetzen
- Bei allen Anwendungen sind die Weisungen von Lieferantenvorgaben zu berücksichtigen.
- Steckdosen werden nicht codiert und sind generell mit unverlierbaren Staubschutzkappen zu versehen.
- In einer Ausschreibung müssen herstellerspezifische Auflagen für ein Zertifikat bzw. eine UKV-Systemgarantie berücksichtigt werden.

Einzelsteckdosen AP / UP dürfen mit max. 2 Anschlüssen belegt werden, da sonst in der Regel die Verarbeitungsqualität der Verkabelung nicht sichergestellt ist.

Mehrfachsteckdosen bei Konzentrationen in der Brüstung oder im Doppelboden

Bei allen Anwendungen wie Zargen, Kanaleinbau, AP oder UP in Einlassdosen, etc. ist darauf zu achten, dass beim Anschluss und Einbau der Steckdosen die Kabelradien gemäss Lieferantenvorgabe nicht unterschritten werden.

Freigabe	Technische Richtlinien Netzwerkinstallation <small>Techn. Richtlinie Netz Schule V2.1.doc</small>	Erziehungsdepartement Kanton St.Gallen		Seite 16 von 33
		Datum	22.06.04	

Stecksystem Lichtwellenleiter

- Bei Erweiterungen und Neuinstallationen sind Anschlüsse mit E2000 Stecksystemen (mit Staubschutzkappe) einzusetzen

Bei Neuinstallationen wird ein Stecker mit einer sich automatisch schliessenden Staubschutzklappe eingesetzt. Diese schützt den Benutzer vor Augenverletzungen und die Faser vor Verschmutzung.

Alternativen, welche von Geräteherstellern unterstützt werden, sollten dann geprüft werden, falls ein Stecker mit automatischer Staubschutzklappe nicht erhältlich ist.

3.6 Verteiler und Rangierfelder

- In geschlossenen Kommunikationsräumen (Nutzung für EDV und Telefonie) können offene Verteiler eingesetzt werden. Die Wärmeentwicklung von Geräten kann in der Regel in offenen Verteilersystemen vernachlässigt werden.
- In allgemein zugänglichen Räumen (Nutzung für Unterverteilung, Brandmeldezentrale) müssen geschlossene Schränke eingesetzt werden.
- Die Schränke sind 2-seitig zugänglich aufzustellen.
- Bei Neuinstallationen sind Schränke nicht voll zu bestücken, damit Erweiterungen möglich sind. 1/3 Platzreserve ist minimal vorzusehen.
- Ein Einsatz von Verteilerfeldern mit 60 Steck-/Rangierbuchsen auf 3 Höheneinheiten ist empfehlenswert (gutes Preis-/Leistungsverhältnis).
- LWL Patchfelder sollen immer oben im Rack angebracht werden, um eine klare Trennung der LWL und Kupfer Patchleitungen zu ermöglichen.
- Für LWL Patchkabel sind eigene Rangierbügel zu montieren, welche eine gut sichtbare Trennung von den Kupfer-Rangierungen erlauben.

3.7 Patchkabel

Bei Installationen mit abgeschirmten Kabeln sind ebenfalls abgeschirmte UKV Patchkabel einzusetzen. Der Schirm ist beidseitig am Stecker anzuschliessen.

- Die Qualität der UKV Patchkabel sollte derjenigen der Installation entsprechen.
- LWL Patchkabel sollen mit max. 50cm Überlänge eingesetzt werden, um eine gute Übersichtlichkeit zu gewährleisten.

3.8 Verteiler Beschriftung

Grundsätzliches

Die Nummerierung der gesamten Installationen inklusive aller Komponenten muss klar und unverwechselbar sein. Vom "Objekt" bis hin zur einzelnen Faser, resp. zum einzelnen Anschlusspunkt ist das vorgegebene Nummernkonzept strikte einzuhalten.

3.9 Arbeitsplatz-Installation

Es werden vier identische Bezeichnungen angebracht, und zwar:

- auf dem Patch-Panel
- beim Kabelabgang am Panel „Installation“
- beim Kabelende (Arbeitsplatz)
- bei den Steckdosen am Arbeitsplatz

Die Nummerierung muss sich auf das Patch-Panel und die entsprechende Steckdosenreihe beziehen.

Freigabe	Technische Richtlinien Netzwerkinstallation <small>Techn. Richtlinie Netz Schule V2.1.doc</small>	Erziehungsdepartement Kanton St.Gallen		Seite 17 von 33
		Datum	22.06.04	

Technische Richtlinien zur Netzwerkinstallation in Schulen

Die Beschriftung ist gut ersichtlich anzuordnen. Die gravierte Beschriftung darf nicht auf demontierbaren Abdeckungen angebracht werden (Verwechslungsgefahr). Die Anordnung muss so erfolgen, dass die Zuordnung zur entsprechenden Enddose klar ersichtlich ist.

Allgemein:

Der koordinierten, dauerhaften Beschriftung von Verteilern, Patch-Panels, Stammkabeln, Verteilinstallation, und Enddosen ist von Beginn weg höchste Beachtung zu schenken. Eine nachträgliche identische Bezeichnungsart für Zusatzinstallationen muss möglich sein.

3.9.1 Komplette Bezeichnung eines Anschlusspunktes

Beispiel:

01 . X4 . U01 . 01 . 40 . 02

Bedeutung:

Geb.-Nr.	Trakt / Flügel	Geschoss	Verteiler-Nr.	Reihen-Nr.	Buchsen-Nr.
01.	X4.	U01.	01.	40.	02

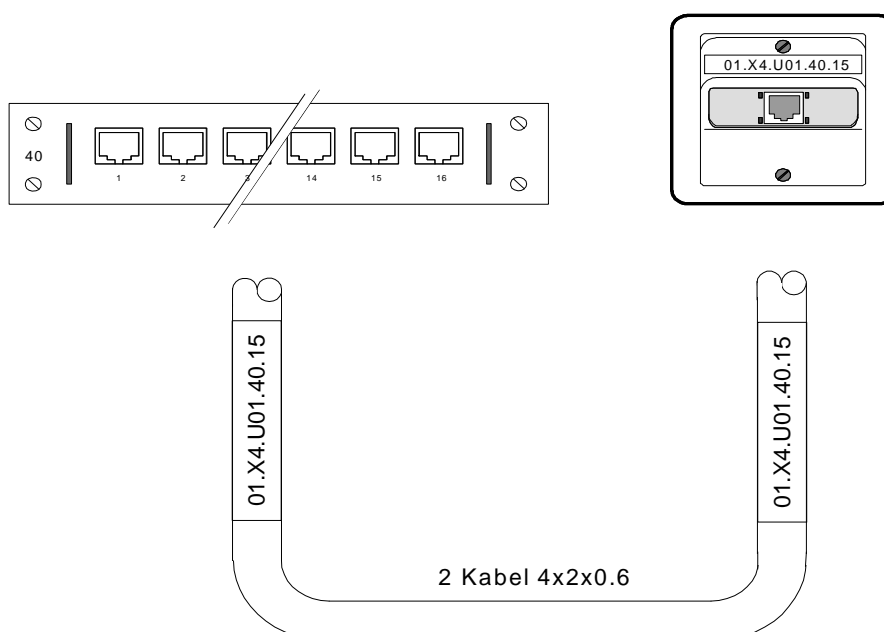
Ankommende und abgehende Glasfaserkabel sind mit der detaillierten Gebäudebezeichnung des Kabelendpunktes zu beschriften, z.B. „von Gebäude Buchenhof Nr. 162“ beziehungsweise der genauen Strassen- und Hausnummer.

Beschriftungselemente:

Geschosse U., U02, U01, EG, O01, O02, O..
Trakte X1, X2, X3

Beispiel:

Verteiler, Kabel und Anschlussdose



3.9.2 Verteilerschränke / Panel

Die Verteilerbezeichnung ist mit 30mm hohen, die Reihenummer beidseitig mit 10mm hohen schwarzen Klebebuchstaben zu realisieren.

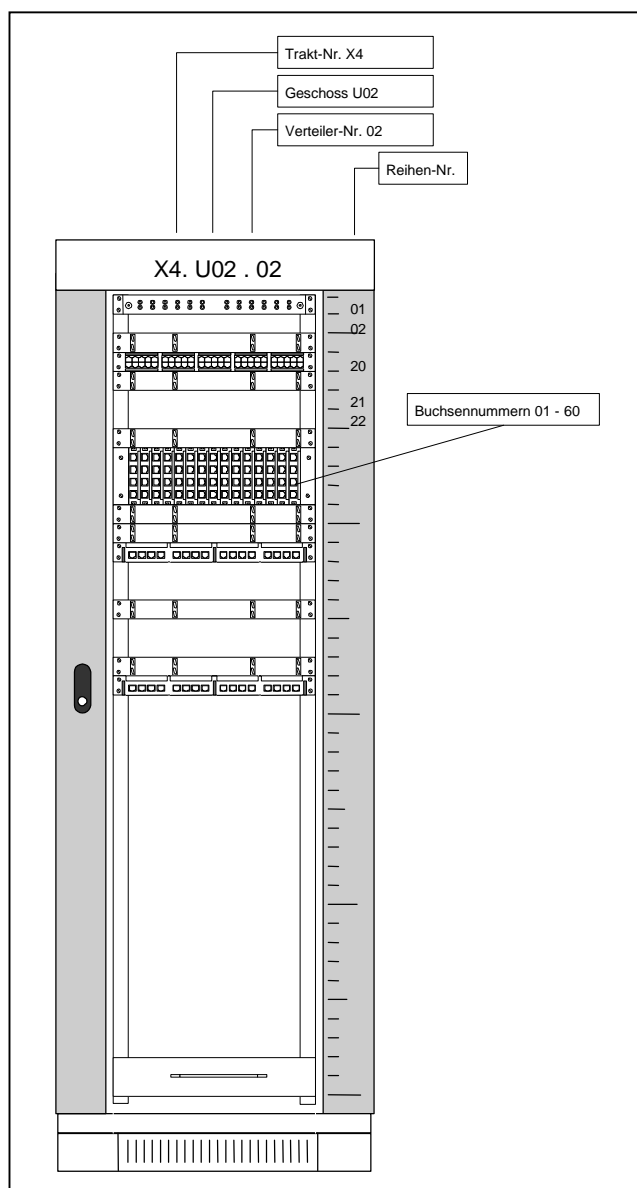
Lichtwellenleiterkabel (LWL):

Die Bezeichnung der Steigzonenverkabelung (Glasfaser-Backbones) sowie der Informatik-System-Komponenten erfolgt gemäss den Weisungen der zuständigen IT-Stelle bzw. des Systemlieferanten.

Ausgleichsleitungen LWL und Kupfer:

An den Kabelenden soll der jeweilige Endpunkt des Kabels klar ersichtlich sein.

z.B. X4.U02.02.40.01-10 nach X5.U01.01.20.01-10



4 Ausgestaltung der Anschlüsse

Im Endausbau sind pro Klassenzimmer mit ICT Nutzung 3 Kabelanschlüsse vorzusehen. Räume mit ICT Nutzung werden generell identisch ausgestattet.

Bei Bedarf von mehr als 3 Anschlüssen in einem Klassenzimmer empfiehlt sich der Einsatz eines Switches. Dieser soll fähig sein, mittels der 3 Leitungen zum Hauptverteiler die volle Bandbreite gebündelt nutzen zu können (Trunking).

Feste Einrichtungen sind mit gleichwertigen Komponenten und Verbindungen wie die Hauptinstallation auszuführen. Temporäre und mobile Einrichtungen dürfen nach Trennung durch aktive Komponenten (lokaler Switch etc.) auch mit anderen Medien ausgeführt werden. Bei einer Festinstallation sind die Komponenten in Räumen ausserhalb der Klassenzimmer unterzubringen (Zugänglichkeit, Geräuschentwicklung).

Die Installation in Informatikzimmer sind auf deren spezifische Anforderung und Bedürfnisse auszurichten.

Allgemein:

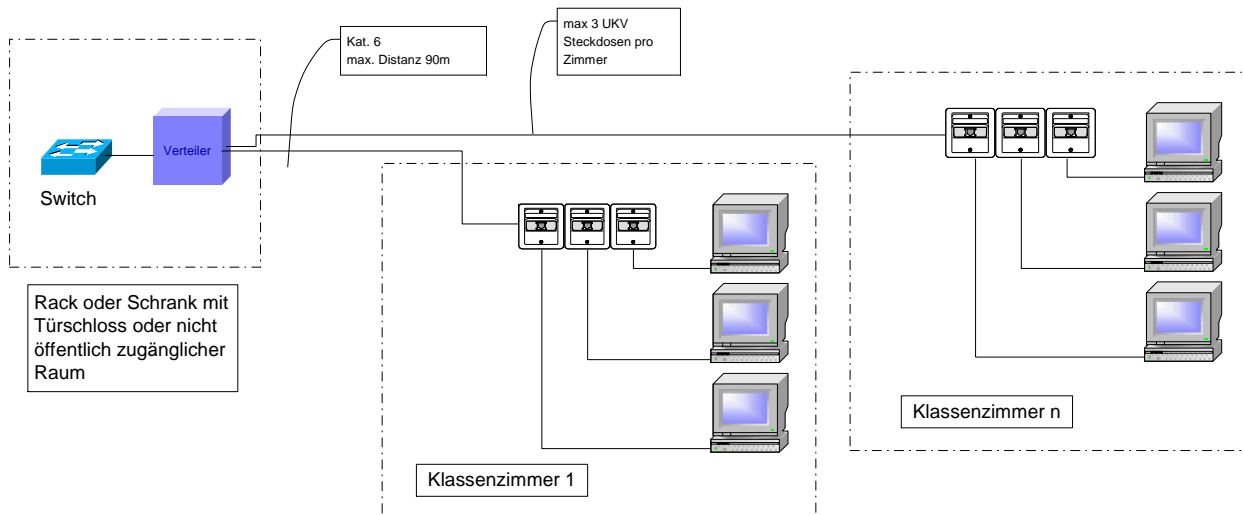
Eine feste Verkabelung ist übermittlungstechnisch die beste Lösung.

Kostengründe können zu einer Alternative führen. Insbesondere die Funktechnologie (WLAN) ermöglicht andere Erschliessungs-Konzepte im Netzwerk. Längerfristig sollte jedoch bei einer bestehenden Ausrüstung mit WLAN eine feste Verkabelung geplant werden. Speziell bei Erneuerungen von Gebäuden sollten Netzwerkleitungen im Rahmen der Elektroinstallation eingeplant werden.

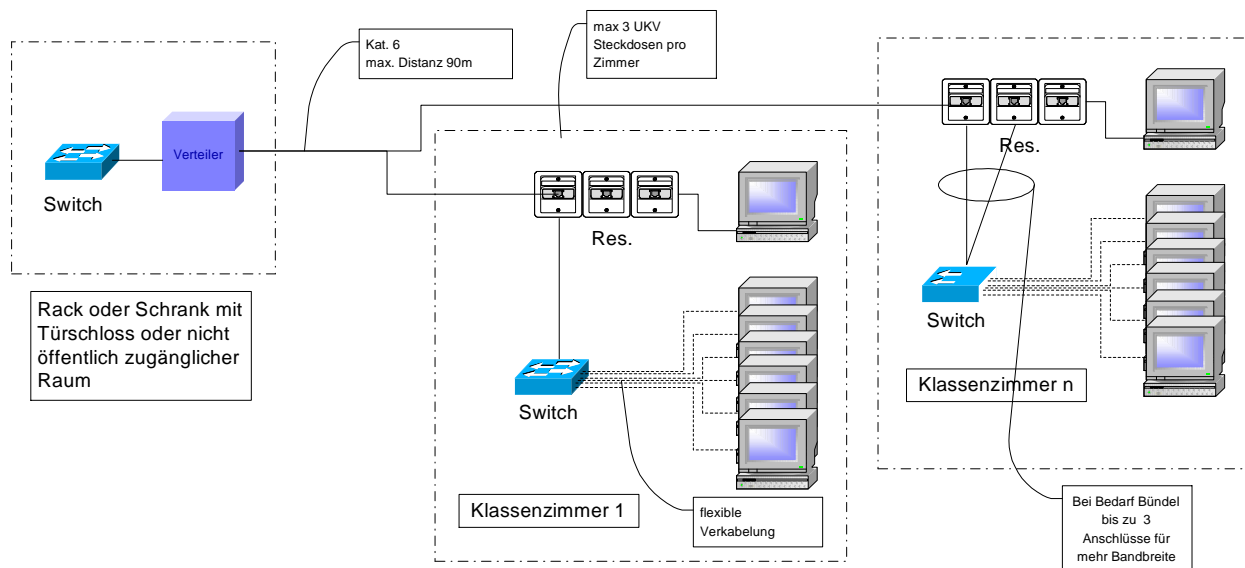
Für Lehrer sind trotz Einsatz von WLAN feste Anschlüsse sinnvoll, und zumindest in Lehrerarbeitsräumen vorzusehen, um einen sinnvollen Transfer grösserer Datenmengen zu ermöglichen.

Von einem reinen WLAN ist gänzlich abzusehen.

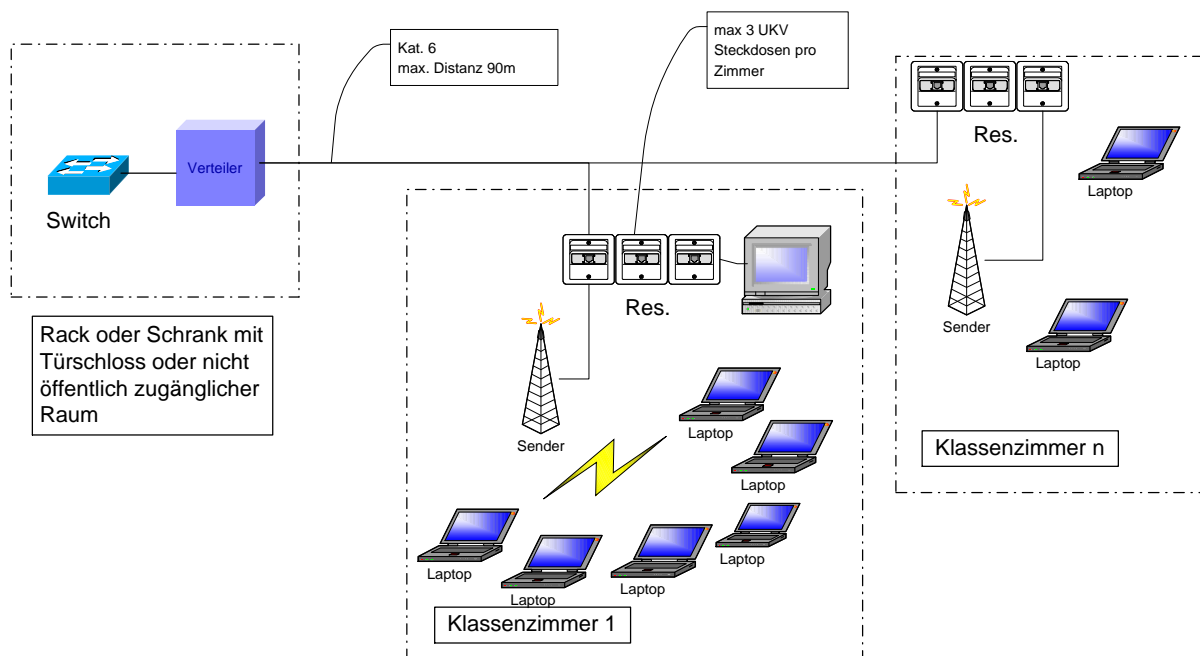
4.1 Beispiel 1: Klassenzimmer mit maximal 3 Anschlüssen mit fester Verkabelung



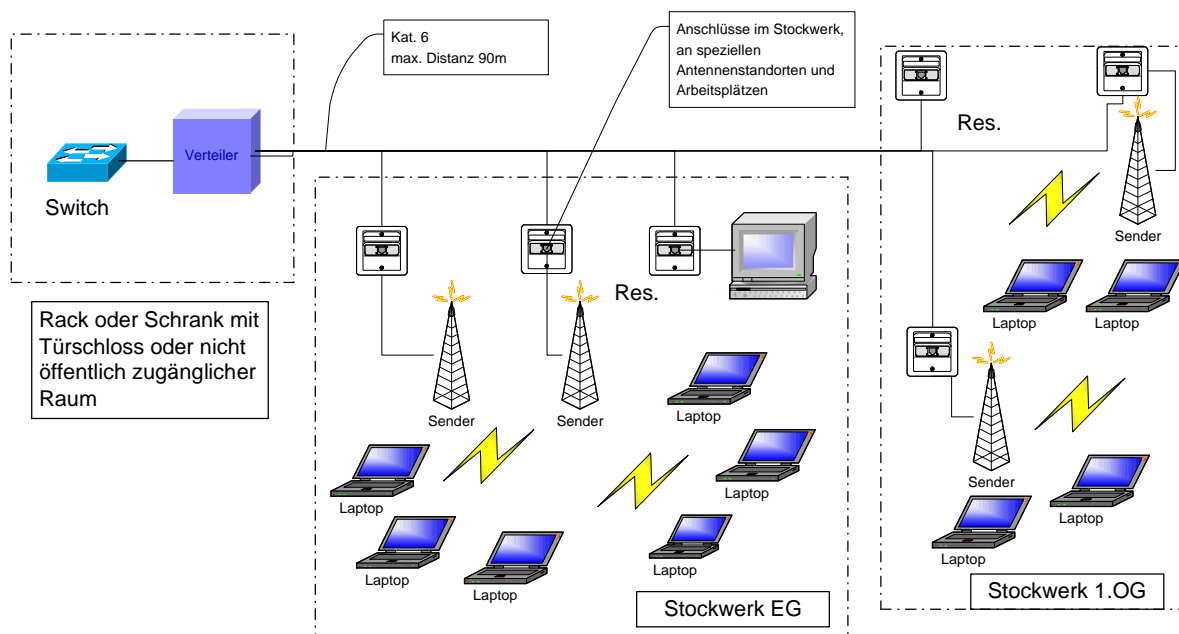
4.2 Beispiel 2: Klassenzimmer ab 3 Anschlüssen mit fester Verkabelung



4.3 Beispiel 3: WLAN Erschliessung im Klassenzimmer



4.4 Beispiel 4: WLAN Erschliessung im Gebäudeteil (Stockwerk, Trakt, ...)



Siehe auch unter „Technische Richtlinien WLAN (Funknetz) V1.1“.

Netzaufbau und Infrastruktur

4.5 Grundlagen

- Es ist auf eine möglichst einfache Struktur zu achten.
- Die Anzahl von Verteilpunkten ist so niedrig wie möglich zu halten.
- Idealerweise ist nur ein Verteilpunkt pro Gebäude anzulegen.
- Die zentrale Infrastruktur ist wenn möglich mit Verteilpunkten zusammenzulegen (Server- und Verteilerräume / Schränke).

4.6 Verteiler

Gebäudeverteiler

Der Gebäudeverteiler muss so im Gebäude positioniert werden, dass alle Zimmer mit 90m Leitungslänge erreicht werden können.

Leitungslängen gem. Kapitel 1.1 UKV

Gebäude- und Etagenverteiler

Werden Leitungen länger als 90m, sind Gebäude- und Etagenverteiler zu erstellen. In den Etagenverteilern befinden sich einerseits die Installationspanel für eine Kabel-Verteilung auf die Zimmer und andererseits die Switches, welche über einen Backbone zusammengeschlossen sind.

Beim Einsatz von aktiven Komponenten, wie Switches in Verteilanlagen, muss sorgfältig auf genügende Kühlung (gute Lüftung) geachtet werden; dies primär bei kleinen Verteilern.

Bei Luftkühlung ist die Staubentwicklung zu beachten, und erforderliche Reinigungsarbeiten sollten im Unterhaltsplan eingetragen werden.

Einsatz von Rangierfeldern

Ein Verteil- oder Hauptanschlusspunkt mit mehr als 35 Anschlüssen muss mit einem Rangierfeld ausgerüstet werden. Dies garantiert bei zunehmender Komplexität eine übersichtliche und eindeutige strukturierte Verkabelung.

Es ist wichtig, dass für die Rangierungen genügend Führungselemente wie Bügel oder Drahtkörbe eingesetzt werden, damit an den Anschlusspunkten möglichst keine Belastung auf die Steckelemente erfolgt.

Sinnvoll wäre eine Trennung der verschiedenen Medien wie Daten, Voice, etc., sowie der Netze (KOMSG, Bildungsnetz, Externe Netze) im Rangierfeld. Eine zusätzliche Differenzierung in Leistungsbereiche wie 10 oder 100Mbps könnte durch die Verwendung von verschiedenen Farben für die Patchkabel realisiert werden.

Lokale Kopien der Rangierlisten sind in jedem Verteiler anzubringen.

4.7 Raumanforderungen Server + Infrastrukturräume

- Einrichtungen müssen sich generell innerhalb überwachter Zonen befinden.
- Überwachte Zonen müssen bei Abwesenheit der Betreuer immer zuverlässig verschlossen sein.
- Nicht überwachte Zonen müssen zuverlässig verschlossen sein.
- Im Betriebszustand soll die Raumtemperatur in Server- und Infrastrukturräumen mit aktiven Komponenten 10°C nicht unter- und 30°C nicht überschreiten.
- Bodenbeläge müssen ableitfähig sein und den gültigen Normen entsprechen.
- Die relative Luftfeuchtigkeit muss zwischen 25% und 70% liegen. Die Herstellerangaben sind zu beachten.
- Beim Einsatz von Kühlgeräten ist zwingend darauf zu achten, dass durch Wasseraustritt keine Schäden verursacht werden können. Es ist mit entsprechenden baulichen Massnahmen vorzubeugen.
- Der Raum hat bei Bezug trocken und staubfrei zu sein. Zur Verhinderung von Staubbildung sind Decke, Wände und Boden mit einem bindenden Farbanstrich zu versehen.

Verteiler können aufgrund der physikalischen Sicherheit ideal bei Elektro- oder Brandmeldezentralen platziert werden.

Abstände oder Abschirmungen gegenüber Leistungsschaltern oder anderen Kraftfeldern sind unbedingt grosszügig auszulegen und müssen den Vorschriften von Herstellern und Werken genügen.

4.8 Überspannungsschutz und Unterbruchsfreie Stromversorgung (USV)

- Zentrale Komponenten wie Server, Router und Modems müssen vor Überspannung geschützt werden. Viele USV Geräte bieten diese Funktion.
- Die Leistung einer USV muss Netzunterbrüche < 3 Sekunden abdecken und eine Autonomiezeit von min. 10 Minuten aufweisen.
- Das Netzwerk einer Schule bedingt keine 100%ige Verfügbarkeit, deshalb ist eine volle USV-Stützung nicht erforderlich.
- Für zentrale Infrastrukturräume und Informatikzimmer ist eine separate Absicherung vorzusehen.

5 Netzwerkkomponenten

5.1 Allgemein

Um den Betrieb, die Wartung und den Unterhalt von Komponenten effizient zu gestalten, ist die Anzahl der Anbieter und Produkte möglichst gering zu halten.

Es sind bewährte Technologien einzusetzen. (Wiederbeschaffung, Support und Normentauglichkeit).

Geräte und Komponenten können für die Auslegung bei der Beschaffung in folgende Gruppen eingeteilt werden:

Gruppe	Klassierung Bezeichnung	Klassierung Beschreibung	Anforderungen	Einsatz	Auswahlkriterien
1	Sehr wichtig	Bei Ausfall ist das ganze System betroffen. Es kann nicht mehr gearbeitet werden. Bereits 1 Ausfalltag bedeutet hohen personellen Mehraufwand	Elemente müssen hohen Anforderungen an Qualität, Leistung, Verfügbarkeit und Support genügen.	Server, zentrale Switch	Geräte und Komponenten deren Funktion identisch ist, müssen vom gleichen Hersteller und der gleichen Produktreihe sein.
2	wichtig	Bei Ausfall ist das ganze System betroffen. Es kann lokal gearbeitet werden. Trotz Einschränkungen können die wichtigsten Arbeiten erledigt werden. 2 Ausfalltage bedeuten minimalen personellen Mehraufwand. Ab dem 3. Ausfalltag wird der personelle Mehraufwand erheblich	Elemente müssen hohen Anforderungen an Qualität, Leistung und Support genügen.	Informationszimmer, Verteiler Schulzimmer	Geräte und Komponenten deren Funktion identisch ist, sollten aus der gleichen Produktreihe sein.
3	wenig wichtig	Bei Ausfall sind wenige Teile des Systems betroffen. Es kann bedingt gearbeitet werden. Alle wichtigen Arbeiten können erledigt werden. 5 Ausfalltage bedeuten minimalen personellen Mehraufwand. Ab dem 6. Ausfalltag wird der personelle Mehraufwand spürbar	Elemente können weniger hohen Anforderungen genügen.	Komponenten Schulzimmer, Einzel-PC	Ein optimales Preis- Leistungsverhältnis ist massgebend.

Elemente welche Funktionen in der gleichen Gruppe übernehmen sollten einheitlich ausgeführt werden. Dies bedeutet, die Geräte sollten identisch oder vom gleichen Hersteller aus möglichst nur einer Produktlinie ausgewählt werden.

5.2 Hardware

Aktivkomponenten

- Möglichst viele Komponenten sind vom gleichen Hersteller und Lieferanten zu beziehen
- Für den Anschluss ans Bildungsnetz beziehungsweise KOMSG sind einheitliche Router und Switches von CISCO empfohlen, damit möglichst eine durchgängige Wartung möglich wird.
- CISCO Komponenten werden empfohlen, wenn Management-Funktionen der Geräte nötig sind und die Betreuung durch den Supportpartner möglich ist.
- Clientausrüstungen (Netzwerkkarten etc.) sind von Vorteil aus der gleichen Reihe und vom gleichen Hersteller zu beschaffen, z.B. 3Com

Elemente sind einheitlich auszuführen:

- Switches für Dauerbetrieb in einer Gebäudestruktur mit hohen Anschlusszahlen müssen gleichzeitig mit möglichst nur einem Werkzeug managbar sein.
- Geräte der gleichen Generation sollten identisch oder aus der selben Serie eines Herstellers sein.
- Beim Einsatz eines mobilen Switches für den Gruppenunterricht sollte dieser ins Gesamtkonzept passen (Support) kann aber von anderen Herstellern oder Typenreihen sein.
- Sind mehrere Geräte für den gleichen Zweck vorhanden, sollen diese identisch sein.

Technologie

- Switched Ethernet
- 100 Mbps zum Client
- Backbone Auslegung gem. 3.1 und Detailanhang (Anhang B)

Protokolle

- Als Transportprotokoll ist TCP/IP anzuwenden. Ausnahmen sind möglichst zu vermeiden.
- OSPF als Router Protokoll
- SNMP für die Netzwerkverwaltung verwenden

Adressierung

- Für den Anschluss ans Bildungsnetz gelten die Richtlinien des Bildungsnetzes.
- Es ist eine dynamische Nummernvergabe für Clients vorzusehen. (DHCP)
- Für den Anschluss ans KOMSG gilt als Richtlinie das TCP/IP Adressierungskonzept des Dienstes für Informatik Planung des Kantons St. Gallen (s. Informatik-Handbuch IHB).
- Pro Gebäude oder Einheit ist eine Klasse C Adressierung im Bereich der privaten Netze vorzunehmen.

Es wird empfohlen anhand der TCP/IP Adressierungs-Normen das eigene Netz im Bereich der Definition privater Netze im Klasse B oder C Bereich anzusiedeln. Die Netze mit den Adressen im Bereiche 192.168.x.x sollten für die Anwendung an Schulen ausreichen. Es können maximal 253 Rechner pro Adressbereich eingesetzt werden. (Subnetmask 255.255.255.0). Die Host Adressen 0 und 255 sind per Definition keinem Rechner zuzuweisen.

Freigabe	Technische Richtlinien Netzwerkinstallation <small>Techn. Richtlinie Netz Schule V2.1.doc</small>	Erziehungsdepartement Kanton St.Gallen		Seite 26 von 33
		Datum	22.06.04	

Fixe Zuteilungen von Adressen

Folgende Geräte müssen fixe Adressen erhalten. Diese sind an den Geräten gut sichtbar anzubringen. Idealerweise ist die Hostnummer ein Teil des Namens.

- Der Hauptrouter des Systems sollte die Host Nummer 1 erhalten, wie 192.10.12.1.
- Für Server können die Nummern 10 bis ca. 50 zugeteilt werden. Idealerweise werden Server, welche zur Kommunikation nach aussen dienen (Internet, Mail,...) mit den Adressen von 10-19 adressiert.
Beispiel: Internetserver 192.10.12.11, Mail Server 192.10.12.12
- Interne Server erhalten zum Beispiel Adressen von 20-29.
Beispiel: File Server 1: 192.10.12.21, File Server 2: 192.10.12.22
- Wichtige Stationen, welche zum Beispiel für Fernwartung verwendet werden, können ebenfalls fest adressiert werden. Für solche Geräte ist der Bereich 51 – 99 ideal.
Beispiel: Wartungsrechner 192.10.12.51
- Netzwerkdrucker sollten ebenfalls fest adressiert werden, im Bereich ab 200.
Beispiel: Hauptdrucker 192.10.12.201

Dynamische Adressen:

- Adressen zwischen 100 und 199 sollten dynamisch per DHCP den Arbeitsstationen zugewiesen werden.
- Reichen 100 Adressen nicht aus, kann der Bereich der fest adressierten Arbeitsstationen verringert werden.
- Der DHCP Serverdienst wird ideal auf einem Router oder auf dem Hauptserver eingerichtet (DHCP steht im Swisscom ADSL-Router nicht zur Verfügung).

DNS Services

Werden lokal DNS Services eingesetzt, sind diese zwingend auf der vorhandenen äusseren Struktur aufzubauen.

Beispiel 1

Domain: schule-musterdorf.ch
Mailserver im Schulhaus Dorf: mail.schulhaus-dorf.schule-musterdorf.ch

Beispiel 2

Domain: schule.musterdorf.ch
Mailserver in der Oberschule : mail.oberschule.schule.musterdorf.ch

Siehe auch Beilagen TCP/IP Adressierungskonzept des DIP, PPP SiN IP und Support Swisscom

Trennung der Netze.

- Die Vernetzung hat physikalisch getrennt zu erfolgen. Es sind getrennte Aktivkomponenten einzusetzen.
- Jedes Gerät (PC, Drucker) darf nur jeweils an einem Netz angeschlossen werden
- Ausnahmen im Zusammenhang mit dem KOMSG erfordern die schriftliche Zustimmung der IG KOMSG.
- Ausnahmen im Zusammenhang mit dem Bildungsnetz erfordern die schriftliche Zustimmung des ED.

6 ICT Sicherheit

6.1 Grundlage

Grundsätzlich sind die Definitionen des Informatik Handbuches des DIP „Massnahmen zur Informatik-sicherheit“ IHB 2-4.1 massgebend.

Siehe auch unter „Technische Richtlinien zu WLAN (Funknetzwerk) und VLAN (Virtuelle Netzwerke)“.

6.2 Physikalische Zugänge zum System

Geräte (Netzwerkkomponenten und Verteiler) sind grundsätzlich in überwachten Bereichen aufzubewahren oder unter Verschluss zu halten

6.3 Logische Zugänge (Accounts)

- Es sind keine Berechtigungen mit universellem Status (Gast) zulässig. Eine Ausnahme bilden speziell definierte „Surfstationen“ in nicht permanent überwachten Allgemeinräumen.
- Die Surfstationen müssen so konfiguriert werden, dass nur die Browser-Benutzung möglich ist und entsprechende Netzwerkzugriffe auf das Bildungsnetz nicht möglich sind (Deaktivierung der kritischen Betriebssystemzugriffe wie Filesystem, Regedit,...)
- Pro Benutzer ist eine logische Zugangskennung (Account) mit Passwort anzulegen, damit Manipulationsversuche zugeordnet werden können.
- Die Zugangskennung ist eindeutig identifizierbar zu gestalten.
- Name und Funktionszugehörigkeit müssen erkennbar sein.
- Die Zugangsrechte sind in Gruppen zu organisieren.
- Globale Rechte dürfen nur im Administrationsbereich vergeben werden.
- Administratoren erhalten keine allgemeinen Zugriffsrechte auf Personendaten.

Passwörter

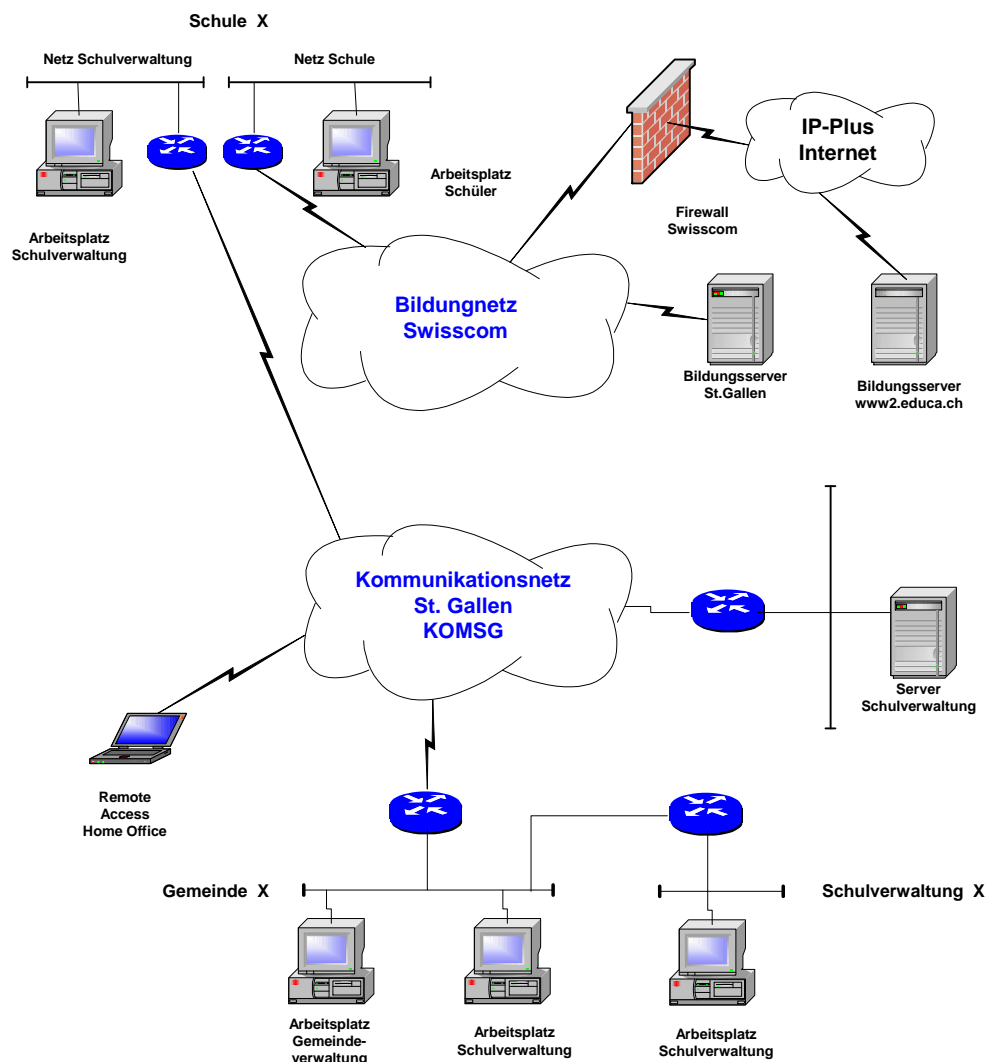
- Die Passwörter des Lehrenden sowie des weiteren Personals sind regelmässig zu verändern und dürfen keine eindeutige Zuordnungen beinhalten.
- Eigene Namen oder Namen von Partnern, Kindern, Wohnorten, Telefonnummer etc. sind nicht zulässig.
- Passwörter müssen aus mindestens 6 Zeichen bestehen, wovon mindestens je eine Zahl und ein Buchstabe enthalten sein muss.

6.4 Trennung der Netze

Bildungs- und Schulverwaltungsnetz sind gemäss nachfolgender Abbildung zwingend physisch getrennt zu führen.

Andere Realisierungsarten mit gemeinsam genutzten Übertragungsmedien dürfen nur in speziellen Ausnahmefällen realisiert werden und müssen vorrangig bei der IG KOMSG angemeldet und bewilligt werden. Bei gemeinsamen Übertragungsmedien muss zweimal jährlich ein externer Audit (Kosten trägt Schule) durchgeführt werden.

Schema Netztrennung:



6.5 Zugriff von aussen

Der Zugriff von aussen auf das KOMSG Netzsegment darf nur via Dienstleistungen der IG KOMSG wie RAS (bzw zukünftig WebAccess) erfolgen. Der Internetzugang via Bildungnetz sowie allfällige Modems sind in diesem Netzsegment eindeutig untersagt.

Der Zugang von extern ins Bildungnetz ist nur mit genügenden Sicherheitsvorkehrungen zulässig. Als Voraussetzung ist eine strenge Authentisierung (SecurID, Streichliste, Zertifikat) zwingend. Des weiteren muss die Übertragung über Fremdnetze (Internet) verschlüsselt werden und am Netzübergang muss eine Firewall vorhanden sein. Der externe Zugangsrechner verfügt über eine restriktiv konfigurierte Personal Firewall.

6.6 Sicherheit bei Zugriffen auf Drittnetze

Stationen oder Einrichtungen im Netzwerk welche auf Netze ausserhalb des Bildungnetzes oder das KOMSG zugreifen, wie zum Beispiel auf einen Internet Provider, müssen mit einer eigenen Firewall geschützt sein oder dürfen nicht gleichzeitig einen Zugang zum eigenen Netzwerk erhalten.

6.7 Generelle Sicherheitsmassnahmen im Bildungsnetz / KOMSG

Bildungsnetz

Das Bildungsnetz wird zentral beim Übergang zum Internet mit einer Firewall geschützt. Der Einsatz einer Virenprüfung und eines Content-Filtering ist geplant.

- Die Verbindungen im Bildungsnetz von Schule zu Schule sind ungeschützt. Der Einsatz von zusätzlichen Firewalls wird empfohlen.
- Lokale Personendaten dürfen nicht auf Bildungsnetz-Rechner gehalten werden.

KOMSG

Das KOMSG- Netzwerk ist ausschliesslich für Verwaltungszwecke vorgesehen.

- Zugriffe auf das KOMSG unterliegen den Richtlinien der IG KOMSG.
- Der lokale KOMSG-Router und dessen Anschlüsse müssen physikalisch geschützt werden. Der physikalische Schutz muss umfassend sein.

7 Dokumentation

7.1 Anlagendokumentation

Folgende Dokumente sind zwingender Bestandteil der Anlagendokumentation.

- Inventar Hardware (HW) mit Übersichtsliste / ausgeführt pro Gerät
 - Bezeichnung
 - Einsatzzweck
 - Geräteverantwortlicher
 - Standort
 - Gerätebeschreibung (Komponenten)
 - Hersteller, Typ, Seriennummer, Lieferant, Ansprechpartner, Supportvereinbarung
 - Systemsoftware
 - Standard Anwendungssoftware (inkl. Lizenzzuordnung)
 - Konfigurationen wie Namen, Services, Adressen, Standardzugriffe
- Inventar Software (SW) mit Übersichtsliste / ausgeführt pro Anwendung
 - Bezeichnung / Einsatzzweck / Beschreibung
 - Verantwortlichkeiten, Verwaltung, Beschaffung, Update, Support
 - Hersteller, Typ, Seriennummer, Lieferant, Ansprechpartner, Supportvereinbarung
 - Konfigurationen wie Namen, Services, Adressen, Standardzugriffe, Datenpfade
- Übersicht Netzwerktopologie
- IP-Adressierungsschema
- Router + Switchkonfigurationen
- UKV Konzept
 - Topologie und Übersicht
 - Bezeichnungen
 - Verteiler- und Patchlisten
- Wartungsjournal
 - Definition von periodischen Wartungsarbeiten, wie Reinigung von Gerätelüftern etc., inkl. Prüfung von Ausführung und Qualität.
 - Aufzeichnung von Änderungen mit Gerät / Produkt, Aufwand, Datum und Verantwortlichkeit

Ein Muster einer möglichen Dokumentationsform ist in der Beilage „Netzwerk Dokumentation“ enthalten.

Die Originaldokumentation in Papierform ist beim Server aufzubewahren. Kopien der Rangierlisten sind im betreffenden Rangierverteiler zu hinterlegen.

Freigabe	Technische Richtlinien Netzwerkinstallation <small>Techn. Richtlinie Netz Schule V2.1.doc</small>	Erziehungsdepartement Kanton St.Gallen		Seite 30 von 33
		Datum	22.06.04	

8 Betrieb, Unterhalt und Support

Für den Support der IT Mittel erlässt das ED separate Richtlinien.

8.1 Support

Es ist ein 3-stufiger Support vorgesehen:

- 1 Support durch den Systemverantwortlichen
- 2 Support durch lokalen Support Partner
- 3 externer Support durch Lieferanten oder Hersteller/Importeur

Für die Stufe 2 sollte ein lokaler Partner gefunden werden, der die Installation ganz oder teilweise ausführt und betreut und danach mittels Service- und Volumenvertrag an Leistungsumfang, Verfügbarkeit und Tarif gebunden wird.

8.2 Bindung von externen Supportdienstleistern (Wartungsvertrag)

- Garantieleistungen sind möglichst langfristig auszulegen.
- Mehrjährige Supportvereinbarungen mit Herstellern oder Lieferanten über die Verfügbarkeit von Systemen sind nur für zentrale Komponenten (Server, Router, etc.) interessant.
- Externe Supportstellen müssen vertraglich gebunden werden.

Für Wartungsverträge bestehen verschiedene Möglichkeiten.

Beispiel:

- Vierteljährliche Kontrolle pro Schulhaus einen halben Tag
- Stundenabos zu reduzierten Stundenansätzen z. Bsp. 20h zu tieferen Ansätzen
- Auf Abruf
- Hotlineverträge für Gratisauskunft am Telefon
- Fixer Besuchstag im Monat und Abarbeitung der angesammelten Aufgaben

Hinweis:

Der Dienst für Informatikplanung des Kantons St. Gallen (DIP) hat verschiedene Rahmenverträge mit Anbietern abgeschlossen. Es sollte geprüft werden wie und in welchem Umfang die Leistungen der vorhandenen Rahmenverträge auf die Schule ausgeweitet werden können.

9 Weitere Dokumente

- Konzept „Informatik in der Volksschule“ des Erziehungsdepartementes ED des Kantons St. Gallen (Bezug beim ED des Kantons St. Gallen)
- Bericht zuhanden Grosser Rat „Informatik-Bildungsinitiative“ Nr. 34.02.02)
- Empfehlungen der ETH Zürich educETH (Bezug bei der ETH Zürich, direkt über Internet möglich)
- Informatikhandbuch des Kantons St. Gallen (Bezug beim ED des Kantons St. Gallen).
- Mustervorlage Netzwerkdokumentation (Bezug beim ED des Kantons St. Gallen).
- Technische Richtlinien zum Bildungsnetz der Swisscom
<http://www.swisscom.com/pr/pdf/Technische%20Richtlinien.pdf> oder
http://www.swisscom.com/pr/content/public/schulen/index_DE.html
- Weitere Informationen zum Bildungsnetz unter
<http://www.schulinformatik.ch/>
<http://www.educeth.ch/informatik/>
<http://www.educa.ch/>
- Die Empfehlungen der ETHZ zum Thema „kabellose Vernetzung von Computern an Schulen“ können als pdf-Datei von folgender Adresse heruntergeladen werden:
<http://www.educeth.ch/informatik/berichte/wireless/>

9.1 Anhang C: Begriffe und Abkürzungen

ED	Erziehungsdepartement des Kantons St. Gallen
DIP	Dienst für Informatikplanung, Finanzdepartement des Kantons St. Gallen
Backbone	Strukturverbindung zwischen Konzentrationspunkten
Bildungsnetz	Speziell geführter Teil des IPSS Netzes der Swisscom für die Schulen im Kanton St. Gallen
DHCP	„Dynamic Host Configuration Protocol“, Dynamische Zuteilung von IP Adressen im Netzwerk
HW	Hardware
ICT	Information and Communication Technology (Informations und Kommunikationstechnologie), Oberbegriff für die Techniken im Umfeld von Daten- und Sprachübertragung und Verarbeitung
IP	Internet Protocol, Netzwerkprotokoll im Internet und in den meisten Netzwerken
IPsec	IP security, Verschlüsselungsprotokoll im Internet auf der Netzwerkebene
IT-Infrastruktur	Überbegriff sämtlicher Hardware (PCs, Server, Drucker, Netzwerkkomponenten) und Software (Betriebssysteme, Standard- und Fachapplikationen)
IG KOMSG	Interessengemeinschaft Kommunikationsnetz St. Gallen, gemeinsames Kommunikationsnetz von Kanton, Gemeinden und VRSG
L2TP	Layer 2 Tunnelling Protocol
LAN	Local Area Network (Lokales Netzwerk), Kommunikationsnetzwerk in einem Gebäude
MAN	Metropolitan Area Network, Netzwerk, welches sich auf ein Stadtgebiet, Firmengelände oder beispielsweise einen Schulkampus begrenzt
MANSNG	Netzwerk in der Stadt St. Gallen, früher SG-NET
Mbps	Mega bits per second (Millionen Signale pro Sekunde)
OSPF	„Open shortest path first“, ein standardisiertes Protokoll zur Steuerung des Übertragungsweges (Routing)
PPTP	Point to Point Tunnelling Protocol: Für VPN im Internet (Microsoft)
Router	Netzwerk Verbindungsgerät, Stellt die Verbindung von Geräten zu anderen Netzwerken her
SNMP	„Simple Network Management Protocol“, Protokoll zur Wartung von Netzwerkgeräten
SW	Software
Switch	Netzwerk Verbindungsgerät, Stellt die Verbindung von Geräten im gleichen Netzwerk her.
Trunking	Mehrfachleitungen, welche parallel zwischen zwei Geräte geschaltet sind und vom Gerät funktionell als eine Leitung gesteuert werden
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UGV	Universelle Gebäude Verkabelung (neu: UKV)
UKV	Universelle Kommunikations Verkabelung (früher: UGV)
VLAN	Virtual LAN (Logische Netzwerk-Trennung auf dem Layer 3)
VPN	Virtual private network (Virtuelles privates Netzwerk), Als VPN's werden über Fremdnetze (Internet) betriebene Teile des eigenen Netzes bezeichnet. Einsatz von Verschlüsselung
WAN	Wide Area Network (Weitverkehrs-Netzwerk), Weltweite Netzwerke wie Internet usw.
WLAN	Wireless LAN (Funk-Netzwerk)