

## 1. Einleitung

---

Im Rahmen der Erweiterung des ICT-Unterrichts an den Zürcher Schulen wurde vom Stadtrat Zürich am 13.3.2013 beschlossen, die Primarschulen (einschliesslich Kindergärten und Sonderschulen) mit einer neuen Informatikinfrastruktur auszurüsten.

Das Projekt läuft unter dem Namen "KITS3" und wird bis 2017 umgesetzt werden.

Die Schulen sind teilweise schon umgerüstet, so z.B. die Schule am Wasser in Zürich Höngg, oder, zumindest teilweise, das Schulhaus Birch in Zürich Oerlikon.

Dieses Faktenblatt informiert über die geplanten Installationen mit besonderem Schwerpunkt auf das geplante WLAN-Funknetzwerk

## 2. Zusammenfassung

---

Eine Erneuerung der Schulinformatik ist zu begrüssen. Einzig die Umsetzung mit permanent aktivierten WLAN-Sendern und Internetzugang in jedem Klassenzimmer wird von uns hinterfragt.

Hier schlagen wir vor, folgende Punkte vor weiteren Installationen zu bedenken und ggfls. umzusetzen:

- **WLAN**

Ein Internetzugang wird während des Unterrichts nur in wenigen Stunden pro Woche notwendig sein. Die restliche Zeit ist das WLAN komplett abzuschalten, auch unter Inkaufnahme einer reduzierten Verfügbarkeit des „Team-WLAN“ im gesamten Schulhaus. Eine Abschaltmöglichkeit hätte den weiteren Vorteil, dass die Lehrperson kontrollieren kann, wann die Schüler das Internet benutzen dürfen und wann nicht.

Beispiele für dieses Vorgehen finden sich u.a. in Basel und Frankreich:

In Basel kontrolliert die Lehrperson das WLAN und damit den Internetzugang. Beides ist nur bei Bedarf aktiviert.

In Frankreich wurde im Januar 2015 ein Gesetz verabschiedet, welches WLAN in Schulen regelt. Dort heisst es: "In Grundschulen dürfen sie (d.h. WLAN-Sender) nur in Betrieb sein, wenn der Unterricht es erfordert."

Als „WLAN-Schalter“ denkbar wäre auch eine Zeitschaltuhr, mit welcher das WLAN auf Knopfdruck für eine Lektion aktiviert wird und sich dann automatisch wieder abschaltet (ähnlich Treppenhauslicht)

Ergänzend könnte man die Notebooks, wie im Konzept vorgesehen, auch teilweise fest installiert im Klassenraum belassen und diese dann per Kabel an das Internet anbinden, sollten die Notebooks mobil benötigt werden, kann das WLAN trotzdem aktiviert werden.

Team-WLAN: hier ist zu überlegen, ob man das Team-WLAN nicht auf das Team-Zimmer beschränkt und wie bisher der Lehrperson einen dedizierten Computer/Notebook im Klassenraum zur Verfügung stellt. Da dieser dann fest installiert ist, könnte dieser mit Kabel angebunden werden, das WLAN im Klassenzimmer könnte abgeschaltet bleiben.

- **Internetzugang**

Der Internetzugang gehört abschaltbar ausgeführt. Durch Einführen der mobilen Geräte ist es den Lehrpersonen zukünftig nur noch bedingt möglich, das Surfverhalten der Kinder zu kontrollieren.

## 3. KIT3: Geplante Infrastruktur und deren Bewertung

---

### 3.1. KITS3-Infrastruktur: Übersicht

Die bisherige Infrastruktur (zwei stationäre PC) gilt als veraltet und soll wie folgt ersetzt werden:

- pro Klassenraum vier Notebooks, Teamzimmer: fünf Notebooks, Bibliothek: ein Notebook

- pro drei Klassenräume ein mobiler Beamer
- pro Klassenraum auf einem Tisch ein Multifunktionsdrucker sowie max. zwei Notebooks fest installiert
- pro Klassenraum ein WLAN-Accesspoint (d.h. WLAN-Sender) für Schüler- und Team-WLAN, installiert im Notebook-Depotmöbel
- Team-WLAN, als zweites WLAN bereitgestellt durch die Klassenraum-Accesspoints
- Schüler-E-Mail (d.h. jeder Schüler bekommt eine eigene E-Mailadresse sowie einen eigenen Computer-Account (Login für jeden Schüler separat))



**Abbildung 1: Notebook-Depotmöbel: das flache Gerät oben in der Mitte ist der Switch ("Internetverteiler"), links in der Mitte der weisse Kasten mit der blauen LED ist der WLAN-Accesspoint, senkrecht stehend drei von vier Notebooks**

## 3.2. KITS3: Kosten

Der Stadtrat rechnet in seinem Beschluss mit folgenden Kosten:

- einmalige Kosten KITS3: CHF 5'141'000
- total mittlere jährliche Kosten: CHF 2'301'000

## 3.3. KITS3-Infrastruktur: WLAN

### 3.3.1. Übersicht

Im Rahmen von KITS3 wird der Internetzugang auf Wireless umgestellt. Dazu wird in jedem Klassenraum ein Access-Point (ein WLAN-Sender) installiert, welcher die Funkverbindung zu den Schüler-Notebooks sicherstellt.

Geplant ist, mit diesen WLAN-Accesspoints folgende Funkdienste zur Verfügung zu stellen:

- Schüler-WLAN: drahtloses Internet für den Unterricht
- Team-WLAN: drahtloses Internet für die Lehrkräfte

Dieser Access-Point wird dauernd, unabhängig von der Nutzung des Internets durch die Schüler, in Betrieb sein wird

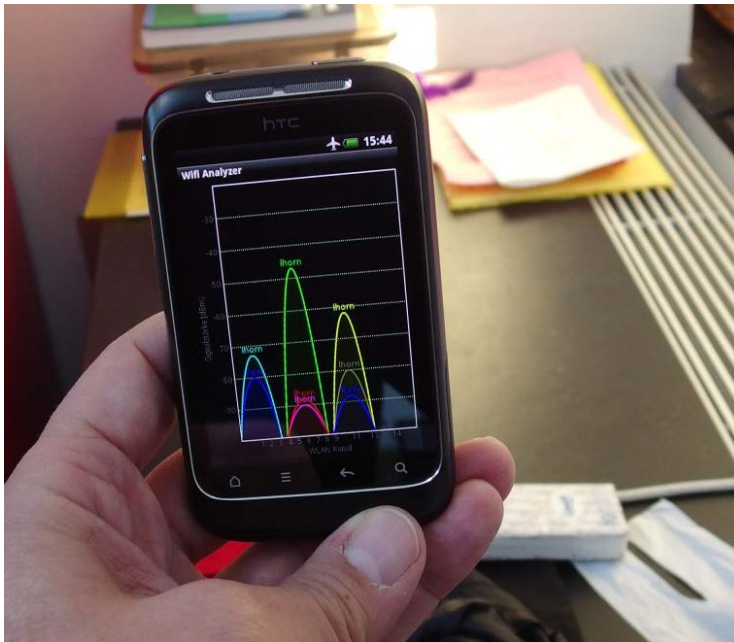


Abbildung 2: WLAN an einer Zürcher Schule. Man erkennt deutlich die sich überlappenden Sender eines jeden Klassenraums, insgesamt sind es acht Sender, die in diesen Klassenraum strahlen. Der "grüne" Sender hat eine Stärke von ca. -48 dBm, ausreichend für einen reibungslosen Betrieb wären ca. -78 dBm (dies wäre 1/ 1000 der Leistung des grünen Senders)

### 3.3.2. Technik des WLAN

- WLAN funkt in zwei Frequenzbereichen: 2.4 GHz und 5 GHz
- das hauptsächlich genutzte Band ist das 2.4 GHz-Band, Wellenlänge 12 cm
- Haushalts-Mikrowellenherde benutzen die gleiche Frequenz (2.4 GHz, zwischen Kanal 9 und 10 des WLAN): WLAN liegt auf einer Resonanzfrequenz von Wassermolekülen
- WLAN-Sender (die sogenannten „Access-Points“) und Empfänger (Notebooks, Tablets) funken auch dann, wenn keine WLAN-Verbindung besteht: die Empfänger suchen laufend aktiv nach neuen Access-Points, die Sender senden ein sogenanntes „Bakensignal“ aus, mit welchem sie ihre Existenz anzeigen. Dieses Signal hat eine Wiederholfrequenz von 10 Hz

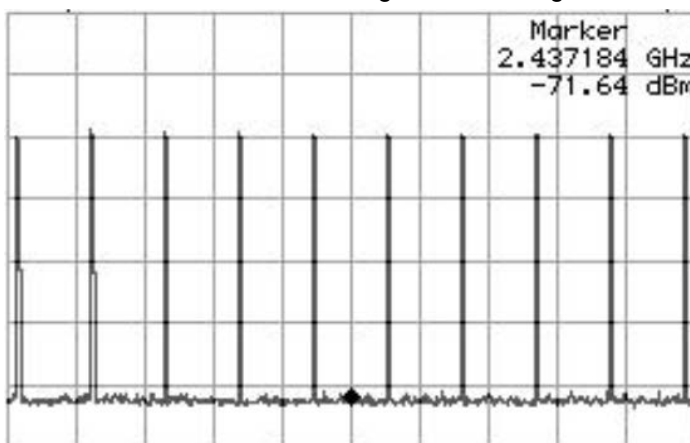


Abbildung 3: WLAN-Bakensignal bei 2.4 GHz

- wird eine Verbindung aufgebaut und Daten übertragen, so sendet der Access-Point aktiver, bis zum fast-kontinuierlichen Senden

### 3.3.3. Strahlenschutztechnische Beurteilung des WLAN

Nebst den thermischen Effekten (Gewebeerwärmung) gibt es bei WLAN aufgrund seiner Frequenz und Pulsung nicht-thermische Effekte. Es gibt hier ausreichend Belege, Studien und Hinweise, dass diese wesentlich wirksamer sind als die rein thermischen Effekte. Die Gründe dafür:

- **WLAN ist ein gepulstes Signal**  
Die Pulsung des Signals mit den harten Flanken führt zu Sekundäreffekten im Körper sowie einer niederfrequenten Überlagerung (Demodulation im Körper) der körpereigenen Nerven- und Gehirnströme. Weiterhin sind Resonanzeffekte sowohl auf der Hochfrequenz- (z.B. Wassermoleküle im Körper) als auch auf der Niederfrequenzebene (z.B. Nervensignale) möglich.
- **WLAN ist eine Mikrowelle**  
Seit Jahrzehnten ist aus der Mikrowellenforschung bekannt, dass u.a. die Keimdrüsen (die entsprechenden Stammzellen / Eizellen sind bei Kindern schon fertig ausgebildet) empfindlich auf Mikrowellen reagieren, deshalb auch die Empfehlung des BAG, sich nicht in direkter Nähe des WLAN-Senders aufzuhalten und Notebooks nicht auf den Schoß zu nehmen. Notebooks werden aber körpernah gehalten und sind – gerade bei Kindern – in der Nähe der Keimzellen. Ein Holzpult dazwischen ist immer noch sehr nahe am Schoß, zumal bei Kindern die Tische niedriger und die Arme kürzer (Gerät befindet sich näher am Körper) sind als bei Erwachsenen.
- **Mikrowellen: stehende Wellen**  
Aufgrund ihrer kurzen Wellenlänge können Mikrowellen im Klassenraum stehende Wellen ausbilden.  
Bei stehenden Wellen gibt es lokale Maxima, welche wesentlich höher sind als die Durchschnittsstärke. Sitzt jemand genau im Bereich eines lokalen Maximums, dann bekommt er dort kontinuierlich eine wesentlich höhere Mikrowellenstrahlung. Diese lokalen Maxima lassen sich messtechnisch nur sehr schwer finden, da sich diese aufgrund der kurzen Wellenlängen räumlich nur auf wenigen Zentimetern ausbreiten.
- **Mikrowellen - Interferenzen**  
Aufgrund der kurzen Wellenlängen gibt es Interferenzen mit dem WLAN der Nachbarräume: kreuzen sich an gewissen Stellen die Wellen beider WLAN-Sender, so ist auch an diesen Stellen mit einer erhöhten Belastung (Feldstärkeerhöhungen sowie Interferenzen) zu rechnen
- **Keine Sendepausen**  
Die WLAN-Sender senden dauernd, d.h. während der gesamten Unterrichtszeit sind die Kinder einer, wenn auch im Mittel schwachen, Mikrowellenstrahlung ausgesetzt
- **Biologie**  
In vielen Studien wurden biologische Effekte der gepulsten Mikrowellen gemessen. Eine der neuesten Studien aus dem März 2015 (Prof. Dr. Lerchl, Jacobs Universität Bremen) zu tumorfördernden Eigenschaften von Mobilfunk kommt z.B. zu dem Schluss:  
*„Wir konnten die ursprünglich berichteten Ergebnisse bestätigen und erweitern ... Die Anzahl von Lungen- und Lebertumoren war bei den exponierten Tieren deutlich höher, als bei den scheinexponierten Kontrolltieren. ... Viele der tumorfördernden Wirkungen in unserer Studie (wurden) bei niedrigen oder mäßigen Expositionsniveaus (0,04 und 0,4 W/kg SAR) festgestellt, d.h. weit unter den Expositionsgrenzwerten für Handynutzer“*

Hinweis: diese Studie hat Mobilfunk, d.h. Handynutzung, untersucht. Die verwendeten, niedrigen SAR-Werte und damit „Strahlenstärken“ sind bei WLAN aber ähnlich, auch handelt es sich bei WLAN und Mobilfunk in beiden Fällen um Mikrowellen.

Biologisch sind bei WLAN vermutlich mehrere Effekte im Spiel: auf Zellebene kritische Phasen während der Zellteilung (es gibt Hinweise, dass die Mitose-Phase hier besonders kritisch ist), Zellmembranpotentialverschiebungen, Überlagerung der körpereigenen Hirn- und Nervensignale (deren Frequenz sich teilweise im Bereich der Pulsung bewegt), Veränderungen der Blut-Hirnschranke, etc.

### 3.3.4. Studien

- Zu Funknetzwerken gibt es unzählige Studien. Hier ist zu unterscheiden zwischen Studien, deren Urheber direkt oder indirekt von der Funkindustrie bezahlt werden, und solchen, welche

„unabhängig“ finanziert werden. Von seiten der Funkindustrie finanzierte Studien kommen eher zum Ergebnis, dass WLAN / Mobilfunk „harmlos“ wären, unabhängige Studien finden dagegen die oben beschriebenen Effekte

- zu jeder unabhängigen Studie wird normalerweise eine Gegenstudie von Seiten der Funkindustrie (oder deren Lobbyverbänden, welche u.a. auch Lehrstühle an Hochschulen finanzieren) gemacht, welche aufgrund leicht verändertem Studiendesigns oder –auswertung keine Effekte mehr findet.
- Zeithorizonte: Auswirkungen der Mikrowellenbelastung des Körpers, vor allem mit gepulsten Mikrowellen, sind eher langfristig: so kann die Fortpflanzung beeinträchtigt werden (das merkt man bei Kindern erst 20 Jahre später), es können Tumore und Leukämie gefördert / induziert werden (auch hier zwischen 10 und 30 Jahren „Wartezeit“), d.h. man kann heute noch gar nicht alle Folgen nachweisen, insbesondere kann durch ein geeignetes Studiendesign eben auch nichts nachgewiesen werden.

### 3.4. KITS3-Infrastruktur: Internetzugang

#### 3.4.1. Übersicht

- permanenter Internetzugang, sobald die Schüler mit dem Computer arbeiten.

#### 3.4.2. Bewertung des dauernden Internetzugangs

- **Lehrperson hat keinen direkten Blick mehr auf die Monitore**

Aufgrund des neuen Setups (Computerarbeitsplätze direkt am Schülerpult statt seitlich oder hinten im Klassenzimmer, kleinere Bildschirme) hat die Lehrperson keinen direkten Blick mehr auf die Computerbildschirme, eine direkte Kontrolle dessen, was die Kinder am Computer genau arbeiten, ist nicht mehr möglich, so auch, ob sie gerade im Internet surfen oder an ihrer Aufgabe arbeiten.

Dies bedeutet, dass die Schüler genug Disziplin und Medienkompetenz mitbringen müssen (auch schon in der ersten Klasse und im Kindergarten), den Browser wirklich nur dann aufzumachen, wenn die Lehrkraft sie dazu auffordert sowie für sie ungeeignete Seiten zu erkennen.

## 4. Exkurs: Multifunktionsgeräte (Drucker / Scanner)

---

- Die in der Schule eingesetzten Geräte sind Laserdrucker
- Diese sind aufgrund Ihrer Emissionen von lungengängigen, teilweise VOC-, Metall- und/oder PAK-belasteten Kunststoff- und Russ-Nanopartikeln nicht unumstritten. Es gibt die Empfehlungen für Büros und Universitäten, Laserdrucker nicht direkt in Büros aufzustellen, sondern in separaten Räumen, Auszug aus der entsprechenden SUVA-Empfehlung vom Okt 2013:  
*„Geräte in einem gut belüfteten und genügend grossen Raum aufstellen, Geräte mit hoher Leistung in separaten ausreichend gelüfteten Räumen installieren und mit lokaler Absaugung versehen“*
- in der Schule werden die Laserdrucker im Klassenraum aufgestellt, daneben haben die Schulhäuser noch leistungsfähigere Geräte in separaten Räumen
- zu diesen Druckern gibt es technisch für den professionellen Einsatz leider noch keine wirkliche Alternative, hier hilft wahrscheinlich nur Abschalten bei Nichtgebrauch, möglichst wenig zu drucken und bei grösseren Druckvolumina auf die zentralen Geräte auszuweichen