



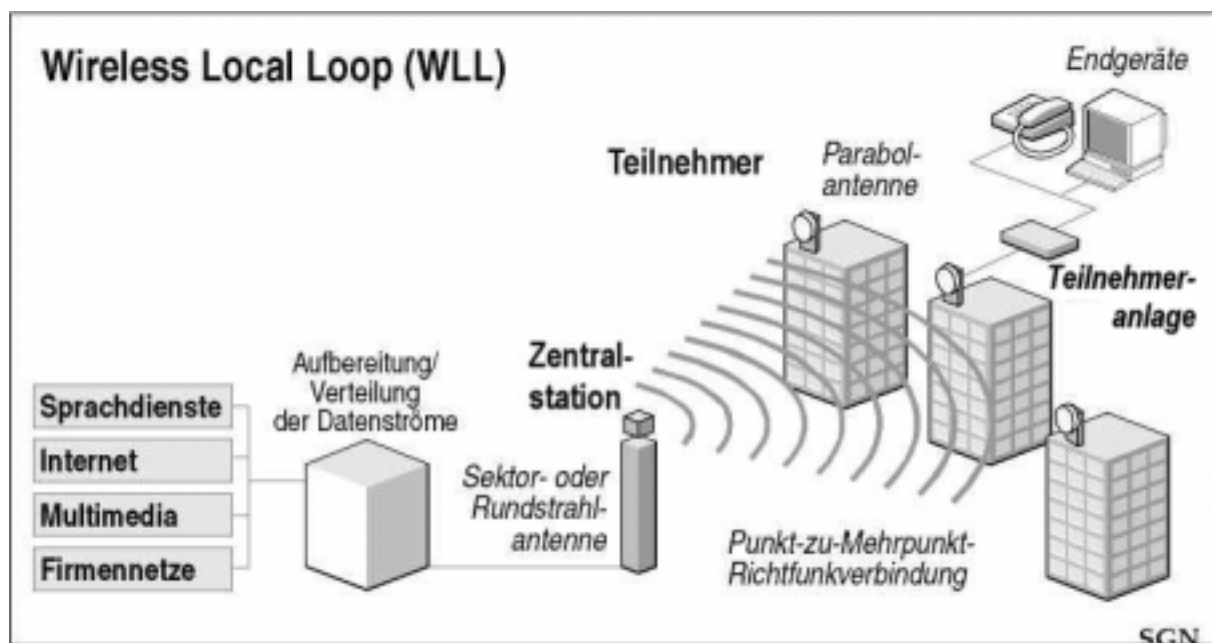
OFCOM Federal office for communications
OFCOM Office fédéral de la communication
BAKOM Bundesamt für Kommunikation
UFCOM Ufficio federale delle comunicazioni
UFCOM Uffizi federal da comunicaziuns

Faktenblatt WLL

1 Einführung

1.1 Was versteht man unter dem drahtlosen Teilnehmeranschluss?

Als Teilnehmeranschluss, häufig auch „letzte Meile“ oder „local Loop“ genannt, wird die Verbindung zwischen einem Hausanschluss und der ersten Vermittlungsstelle bezeichnet. Bisher bestand dieser Teilnehmeranschluss normalerweise aus Kupferleitungen. Mit der Technik des drahtlosen Teilnehmeranschlusses, Wireless Local Loop (WLL), kann diese Verbindung mittels einer Funkverbindung hergestellt werden. WLL ermöglicht somit eine drahtlose Verbindung zwischen einem Teilnehmer und einer Zentralstation¹. Es müssen daher keine neuen Kabel zwischen Telefonzentrale und Teilnehmer mehr verlegt werden, d.h. es kann ein Anschlussnetz ohne leitergebundene Infrastruktur aufgebaut werden.



Beispiel eines WLL-Systems (Quelle: SDA-ATS)

Alternative zum leitergebundenen Anschlussnetz

WLL bildet eine Alternative zum bisherigen leitergebundenen Anschlussnetz der Swisscom. Die Freigabe der Frequenzen für den Bau mehrerer drahtloser Anschlussnetze soll den Wettbewerb im Bereich der Anschlussnetze fördern. Fernmeldedienstanbieterinnen können dank WLL ihre Kunden direkt, d.h. ohne die Infrastruktur einer anderen Anbieterin anschließen. WLL Konzessionen ermöglichen damit das Anbieten innovativer Dienste, was wiederum ihre Konkurrenzfähigkeit fördert.

Die WLL-Technologie ermöglicht nicht nur Telefonanschlüsse für die Sprachübermittlung, sondern auch Datenübertragungsdienste mit hohen Datenraten in beiden Richtungen, beispielsweise für den Datentransfer zwischen lokalen Netzen, den breitbandigen Internet-Zugang und Multimedia-Anwendungen. Vorerst ist WLL vor allem für Teilnehmer geeignet, deren Kommunikationsvolumen mit der bestehenden Infrastruktur – sprich Telefonanschluss – nicht mehr abgedeckt werden kann. Dies trifft heute insbesondere für Unternehmen zu. In einer zweiten Phase dürften aber auch Privatkunden von dieser Technologie profitieren.

¹ Der Begriff Zentralstation entspricht der Basisstation eines Mobilfunknetzes

2 Technologie

2.1 Prinzip des WLL-Netzes

Im Gegensatz zu Richtfunknetzen, die jeweils nur zwei Endpunkte mit einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung (Point-to-Point, PP) erschliessen, sendet in einem WLL-Netz eine Zentralstation die Funksignale innerhalb eines Sektors aus, um so mehrere Teilnehmeranlagen (Aussenstationen) im Versorgungsgebiet zu erreichen (Point-to-Multipoint, PMP). Die Funksignale der Teilnehmeranlage in Richtung Zentralstation können wie beim Richtfunk gebündelt gesendet werden. Ein grossflächiges Siedlungsgebiet wird – ähnlich dem Mobilfunk – in mehrere Teilgebiete aufgeteilt, die durch je eine Zentralstation erschlossen werden.

Die fernmeldetechnischen Anspeisungsleitungen von den Netzknoten (Vermittlungseinrichtungen) zu den Zentralstationen werden möglichst mit Glasfaser oder anderen Übertragungsmedien wie Kupfer oder Richtfunk erschlossen.

Teilnehmerseitig wird eine Funksende- und Empfangsstation installiert, die hausintern über normale leitergebundene Installationen die Kommunikationssteckdosen herkömmlicher Endgeräte anspeist.

2.2 Zentralstation

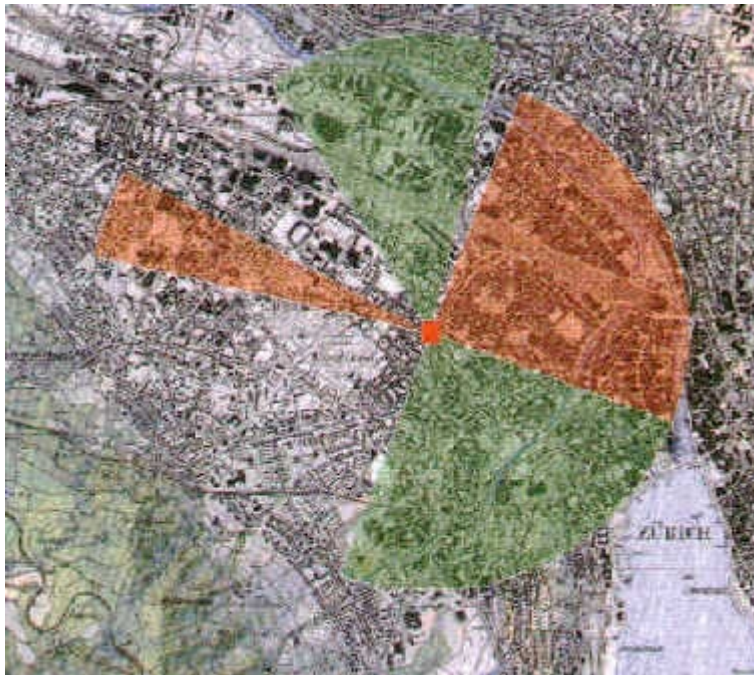
Die Zentralstation besteht aus einer Steuereinheit, dem Sender/Empfänger und der Antenne. Bei der Antenne handelt es sich um eine Sektorantenne; d.h. sie bedient einen Sektor mit einem bestimmten Öffnungswinkel. Je nach Verkehrsaufkommen und Topografie werden dabei Antennen mit einem Öffnungswinkel zwischen 90° bis 15° eingesetzt.

Die Zentralstation muss an einem Ort installiert werden, von dem aus Sichtkontakt mit den Teilnehmeranlagen vorhanden ist. Dazu werden diese Stationen vorwiegend auf Hochhäusern oder anderen erhöhten Punkten installiert. An diesem Punkt findet man dann Antennenkombinationen wie z.B. im folgenden Bild:



Quelle: Marconi Communications GmbH

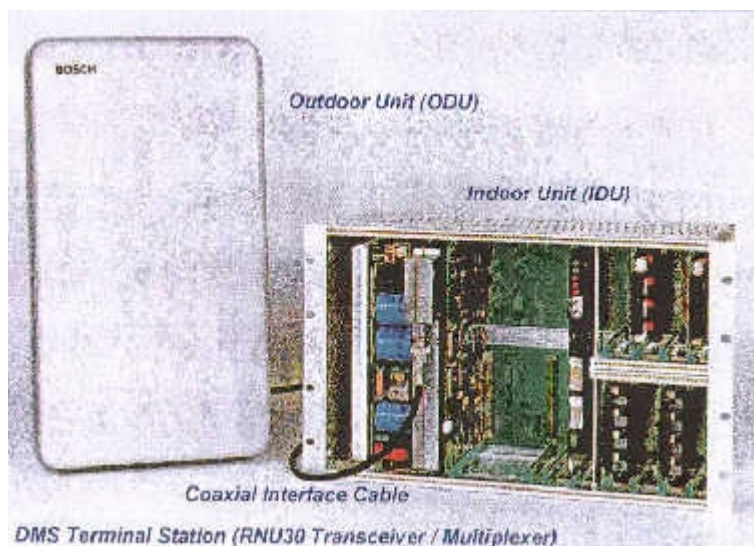
Mit Hilfe dieser Sektorantennen lassen sich fast beliebige Abdeckungen erreichen (siehe nachfolgendes Bild).



Quelle: Marconi Communications GmbH

2.3 Teilnehmeranlage

Die Teilnehmeranlage besteht aus einer Antenne, einem Sender/Empfänger sowie der Steuereinheit, an der die drahtgebundene Telekommunikationseinrichtung angeschlossen wird (siehe nachfolgendes Bild). Da die Teilnehmeranlage nur mit ihrer Zentralstation Verbindung haben muss, können bei den Teilnehmeranlagen eng bündelnde Antennen verwendet werden. Dazu werden Flach-, Parabol- oder Hornantennen eingesetzt. Die Antenne muss an einem Ort montiert werden, an dem Sichtkontakt mit der Zentralstation vorhanden ist.



Quelle: Marconi Communications GmbH

2.4 WLL-Luftschnittstelle

An der WLL-Luftschnittstelle müssen die digitalen Modulationsverfahren eine Spektrumseffizienz von mindestens 1 Bit/Hz/s (z.B. 4 Phase Shift Keying (PSK)) aufweisen. Ansonsten wird die Wahl der Luftschnittstelle den Konzessionärinnen überlassen. Dafür bestehen verschiedene Zugriffsverfahren:

- a) Frequenzmultiplex (FDMA); in diesem Verfahren werden die einzelnen Verbindungen auf separaten Frequenzen übertragen. Die Bandbreiten der einzelnen Verbindungen können dynamisch je nach Verkehrsaufwand angepasst werden. Bei diesem Verfahren senden die Zentralstation und die Teilnehmeranlage während der Verbindungsdauer kontinuierlich.
- b) Zeitmultiplex (TDMA); in diesem Verfahren werden den einzelnen Teilnehmern Zeitschlitze zur Verfügung gestellt, während denen sie ihre Daten übertragen. Für höhere Datenraten können mehrere Zeitschlitze kombiniert werden. Bei diesem Verfahren sendet die Zentralstation normalerweise dauernd, die Teilnehmeranlage im Takt der ihr zugewiesenen Zeitschlitze.
- c) Codemultiplex (CDMA); in diesem Verfahren werden den einzelnen Teilnehmern Codes zugeteilt. Das zu übertragende Signal wird mit diesem Code gespreizt und ausgesendet. Im Empfänger wird das Signal mit dem gleichen Code wieder entspreizt und so das ursprüngliche Signal zurückgewonnen. Die Bandbreite des zu übertragenden Signals kann durch Zuteilung entsprechender Codes gewählt werden. Bei diesem Verfahren senden Zentralstationen und Teilnehmeranlagen kontinuierlich, wobei das Sendesignal leicht über dem absolut notwendigen Minimum gehalten wird.
- d) Zusätzlich zu den obengenannten Modulationsverfahren existieren Kombinationen wie z.B. CDMA mit TDMA.

Die maximalen Sendeleistungen betragen für Zentralstationen typisch 5 bis 500 W EIRP (entspricht etwa 3 bis 300 W ERP). Für Teilnehmeranlagen beträgt die typisch Sendeleistung auf Grund der Richtfunkcharakteristik 50 bis 1'000 W EIRP. Die normale Sendeleistung liegt aber bei normalen Wetterbedingungen (weder Regen noch Nebel usw.) für Anlagen mit automatischer Leistungssteuerung um den Faktor 10 ... 100 tiefer.

2.5 Koexistenz der WLL-Netze

Die Konzessionsauflagen sind darauf ausgelegt, die Koexistenz der WLL-Netze der einzelnen Konzessionärinnen zu gewährleisten. Dazu wurden die Grenzen zwischen den verschiedenen Regionen möglichst so gelegt, dass sie durch natürliche Hindernisse gebildet werden. Zusätzlich sind die Leistungsflussdichten ausserhalb der eigenen Region begrenzt.

Verschiedene WLL-Netze im gleichen Konzessionsgebiet sind durch ein nicht verwendetes Frequenz-Schutzband voneinander getrennt.

3 Frequenzen für WLL

Die für WLL-Systeme freigegebenen Frequenzbereiche liegen im 3.4-GHz- und 26-GHz-Frequenzband. Die folgenden Frequenzbereiche stehen in der Schweiz für WLL-Systeme zur Verfügung:

	Unterband	Oberband
3.4-GHz-Band	3410 – 3494 MHz (Up Link)	3510 – 3594 MHz (Down Link)
26-GHz-Band	24549 – 25053 MHz (Down Link)	25557 – 26061 MHz (Up Link)

Down Link: Verbindung Zentralstation zur Teilnehmeranlage

Up Link: Verbindung Teilnehmeranlage zur Zentralstation

4 Netze und Dienste

Die mit einer Zentralstation erreichbare maximale Reichweite ist abhängig vom Frequenzband. Für das 3.4-GHz-Band liegt sie bei etwa 35 km, für das 26-GHz-Band bei etwa 5 km. Im 26-GHz-Band stehen andererseits grössere Bandbreiten zur Verfügung als im 3.4-GHz-Band.

Aus dem obigen Sachverhalt ergeben sich für die genannten Frequenzbänder folgende typischen Anwendungen:

Das 26-GHz-Band ist besser geeignet für dicht besiedelte Regionen mit grossem Bandbreitenbedarf. Die beschränkte Reichweite und die erforderliche Sichtverbindung bedingen jedoch, dass die Antennen der Zentralstationen bevorzugt auf Häusern eingerichtet werden, welche die Umgebung überragen.

Das 3.4-GHz-Band ist wegen seiner grösseren Reichweite für weniger dicht besiedelte Gebiete geeignet.

Das Wachstum eines WLL-Netzes ist gut skalierbar. Durch Änderung des Öffnungswinkels der Antennen von 90° bis auf 15° (4 bis 24 Sektoren), die verschiedene Frequenzen verwenden, kann die Kapazität schrittweise erhöht werden. Durch Aufteilen von grossen Zellen in mehrere kleinere Zellen kann die Kapazität des Netzes weiter gesteigert werden.

Mit den heute gängigen Systemen kann innerhalb einer Zelle ein Datenverkehr von etwa 20 bis zu 240 Mbit/s abgewickelt werden, was maximal etwa 100 Festnetzanschlüssen mit 2 Mbit/s entspricht.

Mit dem WLL-Teilnehmeranschluss können alle Sprach-, Daten- und Videodienste im Bereich von 64 kbit/s (Schmalband) bis 2 Mbit/s (Breitband) vollduplex angeboten werden. WLL ist für sich allein kein Fernmeldedienst, sondern eine Anschlusstechnologie, die jeden vom Teilnehmer gewünschten Fernmeldedienst ermöglicht.

5 Umweltauflagen

5.1 Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NIS)

Sowohl die Sendeantennen der Zentralstationen als auch diejenigen der Teilnehmeranlagen geben zusätzliche nichtionisierende Strahlung in die Umwelt ab. Diese Strahlung wird durch die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) begrenzt. Die NISV enthält einerseits Anforderungen an einzelne Anlagen, andererseits begrenzt sie auch die gesamte Hochfrequenzstrahlung und damit indirekt die Nutzung des Frequenzspektrums insgesamt.

Zentralstationen

Die Antennen der WLL-Zentralstationen emittieren die Strahlung in einen räumlichen Sektor und sind in dieser Hinsicht den Basisstationen der Mobilfunknetze ähnlich. Mobilfunkbasisstationen und WLL-Zentralstationen werden in der NISV gleich behandelt. Die NISV legt fest, dass die Strahlung einer einzelnen Sendeanlage für Mobilfunk oder WLL an Orten mit empfindlicher Nutzung den Anlagegrenzwert nicht überschreiten darf. Orte mit empfindlicher Nutzung sind Räume in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten, raumplanungsrechtlich festgesetzte Kinderspielplätze sowie noch nicht überbaute Bauzonen, wo derartige Nutzungen zugelassen sind. Der Anlagegrenzwert ist für die elektrische Feldstärke festgelegt und beträgt für WLL-Anlagen in der Regel 6 V/m (5 V/m falls noch GSM-Anlagen im 900-MHz-Bereich zur gleichen Anlage gehören). Zu einer Anlage gehören

alle nahe beieinander liegenden Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse. Die Einhaltung des Anlagegrenzwertes wird durch die zuständige Baubehörde der Gemeinde oder des Kantons geprüft. Zu diesem Zweck füllt die Konzessionärin für jede Sendeanlage, die sie neu errichten, verlegen oder ändern will, ein Standortdatenblatt aus, welches technische Angaben über die Anlage und eine Prognose der Strahlungsintensität an benachbarten Aufenthaltsorten von Personen enthalten muss. Dieses Standortdatenblatt ist Bestandteil des Baugesuchs und kann von der Baubehörde öffentlich zugänglich gemacht werden. Das (leere) „Standortdatenblatt für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen“ findet sich auf der Internetseite des BUWAL (<http://www.buwal.ch/luft/d/n0.htm>)

Damit der Anlagegrenzwert eingehalten werden kann, ist ein gewisser Abstand zwischen der Sendeanlage und den Orten mit empfindlicher Nutzung notwendig. Wie gross dieser Abstand sein muss, hängt sehr stark von der Sendeleistung und Abstrahlrichtung der Anlage sowie von den topographischen Verhältnissen ab.

Für die gesamte Hochfrequenzstrahlung, inkl. derjenigen von Rundfunk-, Betriebsfunk- und Amateurfunkanlagen, verlangt die NISV eine Begrenzung an allen Orten, an denen sich Menschen – auch nur kurzfristig – aufhalten können. Die relevanten Grenzwerte – die sog. Immissionsgrenzwerte – werden selten, und dann höchstens in unmittelbarer Nähe einer Sendeanlage erreicht oder überschritten. Im Standortdatenblatt liefert die Konzessionärin den Nachweis, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden.

Teilnehmeranlagen

WLL-Teilnehmeranlagen kommen in standardisierter Ausführung zum Einsatz. In der Regel handelt es sich um Antennen, welche die Strahlung gebündelt zur Zentralstation senden und daher ausserhalb des unmittelbaren Strahlbereichs nur eine geringe NIS-Belastung erzeugen. Unter diesen Bedingungen kann auf eine detaillierte Deklaration und Prüfung der NIS-Belastung verzichtet werden. Das BUWAL hat ein Meldeformular für WLL-Teilnehmeranlagen zur Anwendung empfohlen, in dem mit geringem Aufwand die Konformität einer Teilnehmeranlage mit der NISV nachgewiesen wird. Das Meldeformular wird vom Netzbetreiber ausgefüllt und soll der Behörde der Gemeinde oder des Kantons vor Inbetriebnahme der Teilnehmeranlage eingereicht werden. Ob dieses Verfahren angewandt und wie es vollzogen wird, entscheiden jeweils die betroffenen Kantone respektive Gemeinden. Das (leere) „Meldeformular für WLL-Teilnehmeranlagen“ findet sich auf der Internetseite des BUWAL (<http://www.buwal.ch/luft/d/n0.htm>). Das Meldeformular ist nur für diejenigen Antennentypen anwendbar, welche vom BAKOM geprüft und für ein Meldeverfahren als geeignet befunden wurden. Für jeden solchen Antennentyp erstellt das BAKOM ein sog. Antennenblatt. Diese Antennenblätter finden sich auf der Internetseite des BAKOM (www.bakom.ch) Rubrik: Umwelt).

5.2 Natur- und Landschaftsschutz, Raumplanung

Der Bau neuer Fernmeldenetze führt zwangsläufig zur Errichtung neuer Infrastrukturbauten wie Antennenanlagen. Um zwischen dem Aufbau von Fernmeldenetzen mit dem damit verbundenen Angebot von Fernmeldediensten einerseits und den Interessen von Natur- und Landschaftsschutz und Raumplanung andererseits in der Praxis einen Interessenausgleich zu finden, hat sich eine Arbeitsgruppe von Bund und Kantonen (UVEK/BPUK) unter Mitarbeit von Funknetzbetreibern mit Fragen der Koordination der Planungs- und Baubewilligungsverfahren für Funkinfrastrukturen befasst. Die Empfehlungen können auf der Internetseite des BAKOM (www.bakom.ch) eingesehen werden.

Zudem wurden im Rahmen der Konzessionsvergabe Verpflichtungen in die Konzessionen der Betreiber aufgenommen, wonach Antennenstandorte nach Möglichkeit gemeinsam zu nutzen sind. Beim Bau von neuen Standorten sind die gesetzlichen Vorgaben bezüglich der Raumplanung sowie des Natur- und Heimatschutzes einzuhalten.

Das BUWAL (Abteilung Landschaft) hat am 30. 10.1998 ein Merkblatt betreffend Berücksichtigung der Erfordernisse des Natur- und Landschaftsschutzes sowie der Walderhaltung beim Bau von Mobilfunkantennen veröffentlicht.

(http://www.buwal-natur.ch/d/planen/telekommunikation/planen_merkblatt_mobilfunkantennen.htm).

Abkürzungen

BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
BLN	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung
BPUK	Schweizerische Bau-, Planungs- und Umweltschutzdirektorenkonferenz
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
CDMA	Code Division Multiple Access
ComCom	Eidgenössische Kommunikationskommission
EIRP	äquivalente Strahlungsleistung in Referenz zu isotropem Strahler (Equivalent Isotropically Radiated Power)
ERP	äquivalente Strahlungsleistung in Referenz zu Halbwellendipol (Equivalent Radiated Power)
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDMA	Frequency Division Multiple Access
NHG	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz
NIS	Nichtionisierende Strahlung
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung
PMP	Point-to-Multipoint
PSK	Phase Shift Keying
PP	Point-to-Point
TDMA	Time Division Multiple Access
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
WLL	Drahtloser Teilnehmeranschluss (Wireless Local Loop)

Weitere Informationsquellen

BAKOM: Bau von Fernmeldenetzen in der Schweiz

www.bakom.ch Rubrik Umwelt

BAKOM: Informationen zur Vergabe von WLL-Konzessionen

www.bakom.ch Rubrik WLL

ComCom: Pressemitteilungen

<http://www.fedcomcom.ch/ger/press/welcome.html>

Anhang: Konzessionen in der Schweiz

Die ComCom hat folgenden Fernmeldediensteanbieterinnen eine nationale Konzession erteilt:

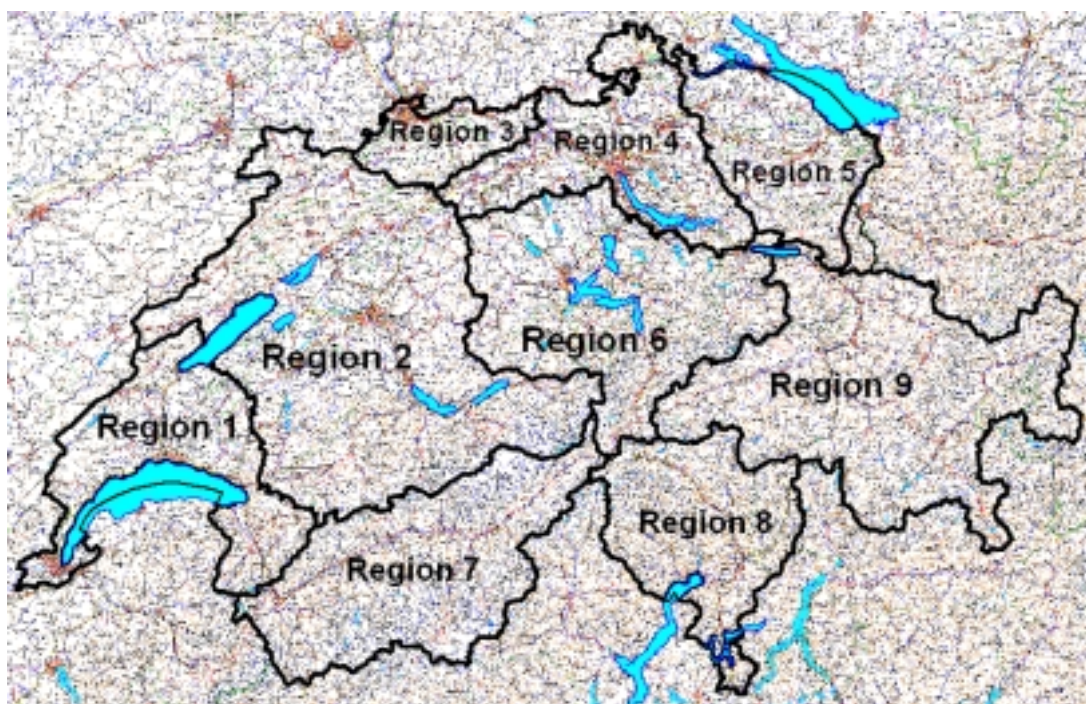
FirstMark Communications Switzerland GmbH (3.4 GHz Band)

Priority Wireless AG (3.4 GHz Band)

Commcare AG (26 GHz Band)

Die regionale und nationale Verteilung der Konzessionen ist wie folgt:

	Genf - Lausanne	Jura - Bern	Basel	Zürich	St. Gallen	Luzern	Wallis	Tessin	Graubünden	National
BroadNet (Schweiz) AG	x	x	x	x						
Commcare AG					x	x		x		x
Callahan Broadband Wireless Schweiz GmbH (onSpirix)	x	x	x	x		x				
FirstMark Comm. GmbH	x	x	x	x						x
Star 21 Networks Schweiz AG			x	x	x					
TDC Switzerland AG	x	x	x		x	x		x		
Telcom Ventures of Switzerland					x	x				
Priority Wireless AG	x	x		x		x				x



WLL-Restfrequenzkonzessionen

Für die nach der Auktion noch übrig gebliebenen Frequenzblöcke in den Regionen 5, 7, 8 und 9 wurden auf Antrag der Fernmeldedienstanbieterinnen vom BAKOM für Teilgebiete innerhalb dieser Regionen weitere Konzessionen (sogenannte WLL-Restfrequenzkonzessionen) mit Gültigkeit ab 1. Januar 2001 an folgende Fernmeldedienstanbieterinnen vergeben:

	St. Gallen	Wallis	Tessin	Graubünden
Commcare AG		x		x
Star 21 Networks Schweiz AG			x	
TDC Switzerland AG		x		x
Télésonique	x	x	x	x

bla/kip, 11.7.2001