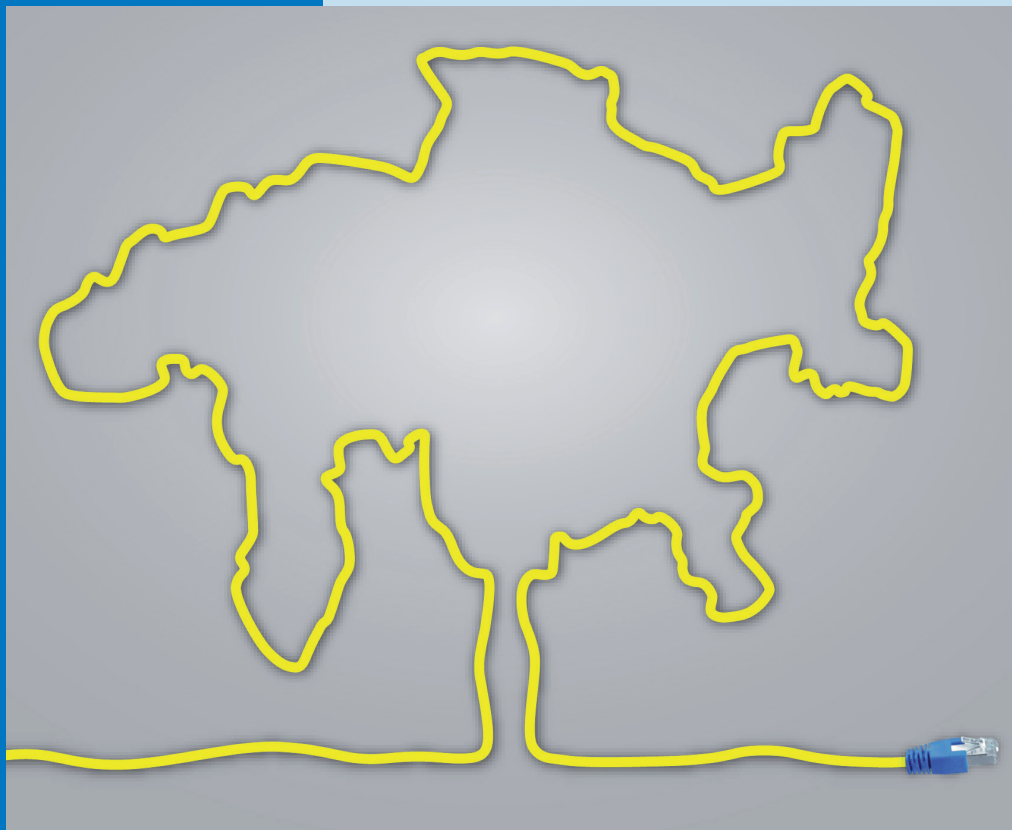


Situation der Breitbandversorgung im Kanton Graubünden

26. Juli 2010



Impressum

Projektleitung:

Boris Spycher

Projektbearbeitung:

Robert Hämmerli, Mathias Ulmer, Ernst Basler + Partner AG, Zürich

Bezugsquelle:

Amt für Raumentwicklung, Grabenstrasse 1, 7001 Chur

www.are.gr.ch → Dokumentation /Publikationen

Zusammenfassung

Ausgangslage und Zielsetzung

Der Ausbau des Glasfasernetzes bis zu den Endkunden (FTTH) soll in ländlichen Regionen 2 - 3 mal teurer werden als in städtischen Räumen, entsprechend sollen ländliche Regionen erst in 15 Jahren mit Glasfaseranschlüssen versorgt sein. Einzelne Kantone und Städte haben damit begonnen in Kooperation mit der Swisscom den Ausbau des Glasfasernetzes voranzutreiben. Für den Kanton Graubünden stellt sich die Frage, ob sich aus dieser Situation ein Handlungsbedarf ergibt. Um sich einen Überblick zur Situation in Graubünden zu verschaffen wurde folgendes analysiert:

- heutige technischen Möglichkeiten und die bestehenden Regulierungen,
- die wichtigsten Glasfaserleitungen im Fernbereich,
- die aktuelle Breitbandversorgung in Graubünden im Vergleich zur Schweiz.

Schnelle Kommunikationsnetze für Haushalte und Arbeitsstellen

Die Nachfrage der Haushalte und Unternehmen nach höheren Bandbreiten ist in der Vergangenheit stetig gewachsen. In Zukunft werden Anwendungen wie Fernsehen mit hoher Auflösung und die Verlagerung von Diensten ins Internet (Cloud Computing) die Anforderungen an schnelle Kommunikationsnetze bestimmen. Für Private dürfte die VDSL-Technologie noch mindestens für die nächsten fünf Jahre ausreichend sein, die Technologie der Kabelnetzbetreiber wird auch auf längere Sicht den wachsenden Anforderungen genügen. Die Bedürfnisse von kleinen Unternehmen sind meistens vergleichbar mit denjenigen von privaten Haushalten. Unternehmen mit grossem Datenaufkommen werden bereits heute direkt mit Glasfasern erschlossen.

Erkenntnisse

Der Kanton ist mit Glasfasern im Fernbereich gut erschlossen. Entlang den Trassen der verschiedenen Eigentümern von Glasfaserleitungen - wie Telekom- und Kabelnetzbetreiber und Energieversorgungs- und Eisenbahnunternehmen - erstreckt sich ein feinmaschiges Netzwerk über den gesamten Kanton.

Die Analyse der Breitbandabdeckung zeigt bei den Haushalten das folgende Bild:

- Die Breitbandversorgung über das Telefonkupferkabel (DSL) entspricht etwa dem schweizerischen Durchschnitt. Bei sehr hohen Datenraten (20 MBit/s) liegt Graubünden tendenziell eher über dem schweizerischen Durchschnitt. 99% der Einwohner können einen Dienst mit mindestens 4 MBit/s abonnieren, dies entspricht etwa den heute durchschnittlich von Privaten beanspruchten Datenraten,

- Die Erschliessungsquote des Kanton Graubünden mit einem Kabelnetz ist mit ca. 72% tiefer als der schweizerische Durchschnitt von ca. 90%. Beim Angebot können die Kunden bereits heute Dienste mit 25 MBit/s und mehr bestellen. Die Netze können auf das Mehrfache dieses Wertes ausgebaut werden.

Die Abdeckung bei den Arbeitsstellen sieht folgendermassen aus:

- Die Versorgung der Arbeitsstellen auf Basis der DSL-Technologie ist leicht besser als diejenige der Bevölkerung, dabei sind direkte Erschliessungen von Firmen mit Glasfasern nicht berücksichtigt. Unter Berücksichtigung der direkten Erschliessung wäre die Breitbanderschliessung der Arbeitsplätze deutlich besser als diejenige der Bevölkerung,
- Liegt eine Firma nur einige hundert Meter von einem mit Glasfasern erschlossenen Verteilpunkt entfernt, so dürfte die Erschliessung mit grossen Bandbreiten (FTTH oder Kabelnetz) auch für kleinere Firmen tragbar sein.

Fazit und Empfehlungen

Die Breitbandversorgung auf Basis der DSL-Technologie ist in Graubünden etwa gleich wie im schweizerischen Durchschnitt. Aus dieser Situation ergibt sich im Augenblick kein akuter Handlungsbedarf. Allerdings verändert sich die Situation im Bereich der Breitbanderschliessung rasch, vor diesem Hintergrund sind die nachfolgenden Empfehlungen zu sehen:

- FTTH nicht mit kantonalen Massnahmen extra forcieren: Derzeit sind im privaten Bereich keine Anwendungen vorhanden die einen FTTH-Anschluss erfordern. Vor diesem Hintergrund ist es nicht sinnvoll wenn kantonale Mittel in einen FTTH-Ausbau investiert werden,
- Die Situation aktiv weiterverfolgen: Der Bundesrat wird dem Parlament Mitte 2010 einen Bericht zur Entwicklung des schweizerischen Fernmeldemarktes vorlegen, diverse FTTH-Projekte sind am Anlaufen, die technischen Möglichkeiten z.B. im Mobilfunk entwickeln sich weiter. Es ist wichtig diese Entwicklungen aktiv zu verfolgen und die nötigen Schlüsse für Graubünden zu ziehen,
- Breitbanderschliessung weiter verbessern: Im Vordergrund steht die bessere Erschliessung durch die VDSL-Technologie. Für sehr dünn besiedelte Gebiete und abgelegene Einzelbauten sind Mobilfunklösungen mittels Pilotprojekten zu testen,
- Bei Tiefbauarbeiten Anforderungen für Glasfaserinfrastruktur mit einbeziehen: Dabei sollen Leerrohre und evtl. auch die notwendigen Schächte für einen späteren einfachen Glasfaserausbau vorgesehen werden,
- Aktiven Informationsaustausch pflegen: Angesichts des raschen Wandels ist ein regelmässiger aktiver Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Akteuren aufzubauen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Zielsetzung	1
1.2	Vorgehen	2
1.3	Systemabgrenzung	2
2	Grundlagen	3
2.1	Telekommunikationsdienste und Anwendungen	3
2.2	Nachfrage nach hohen Datenraten	4
2.3	Prinzipieller Aufbau der Telekom-Infrastruktur	6
2.4	Die letzte Meile - verschiedene drahtgebundene Technologien	8
2.5	Die letzte Meile - verschiedene Funk-Technologien	13
2.6	Politische und rechtliche Rahmenbedingungen	14
2.7	Glasfaserausbau (FTTH) Schweiz	15
2.8	Kosten verschiedener Ausbautechnologien	18
2.9	Zusammenfassung	20
3	Glasfaser-Infrastruktur im Kt. Graubünden (Fernnetze)	21
3.1	Datenerhebung und Auswertung	21
3.2	Fazit	23
4	Situation Breitbandversorgung in Graubünden und der Schweiz	24
4.1	Allgemeines	24
4.2	Breitbandzugang Schweiz (DSL, Kabel und Mobilfunk)	24
4.3	Breitbandzugang Kanton Graubünden	25
4.4	Versorgung der Arbeitsstellen via DSL-Angebot	35
4.5	Ausblick Netzausbau im Kt. Graubünden	37
4.6	Fazit Abdeckung im Kt. Graubünden	38
5	Erkenntnisse und Empfehlungen	40
5.1	Zusammenfassung der Erkenntnisse	40
5.2	Mögliche Empfehlungen	41

Anhänge

- A1 Abkürzungsverzeichnis - Glossar
- A2 Literaturverzeichnis und Links
- A3 Kabel-TV-Unternehmen im Kanton Graubünden
- A4 Zahlen zum Kt. Graubünden
- A5 Fragenkatalog am Beispiel der Swisscom AG

2 Einleitung

2.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Der Ausbau des Glasfasernetzes soll gemäss Swisscom in ländlichen Regionen 3 - 5 mal teurer werden als in städtischen Räumen, entsprechend sollen ländliche Regionen erst in 15 Jahren mit Glasfaseranschlüssen versorgt sein. Verschiedene Elektrizitätswerke verlegen heute Glasfasern, vielfach ohne dass eine Koordination erkennbar wäre. Einzelne Kantone und Städte haben damit begonnen in Kooperation mit der Swisscom den Ausbau des Glasfasernetzes voranzutreiben. Im Bundes-Parlament sind verschiedene Vorstösse hängig die eine flächendeckende Erschliessung mit Glasfasern verlangen.

Vor diesem Hintergrund hat der Vorsteher des Departements für Volkswirtschaft und Soziales (DVS) dem Amt für Raumentwicklung den Auftrag erteilt Grundlagen zu bestehenden Glasfaserleitungen aufzuarbeiten. Im Umfeldmonitoring der Regierung ist zudem folgender Antrag formuliert und dem DVS zugewiesen worden:

„Es ist zu prüfen, ob der Kanton Graubünden Kooperationen eingehen und sich am Infrastrukturausbau finanziell beteiligen möchte.“

In einem ersten Schritt wurde dazu die heutige Ausgangslage analysiert. Dies beinhaltet:

- Das Aufzeigen der heutigen technischen Möglichkeiten und der bestehenden Regulierungen,
- einen Überblick zu den wichtigsten Glasfaserleitungen im Fernbereich,
- die Situation der Breitbandversorgung in Graubünden im Vergleich zur Schweiz und
- das Entwickeln von Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse dieser Analyse zusammen.

2.2 Vorgehen

Für die Analyse der Situation im Kanton Graubünden werden Befragungen der wichtigsten Akteure durchgeführt. Dazu werden drei Themenbereiche gebildet:

- Glasfaser-Infrastruktur der Fern- und Regionalnetze der wichtigsten Eigentümer,
- Aktuelle Breitband-Abdeckung mit drahtgebunden und drahtlosen Technologien,
- Ausblick auf mögliche zukünftige Anwendungen, Telecom-Dienste und Technologien.

Dazu wurde ein auf die entsprechenden Anbieter von Telekommunikationsdienstleistungen wie auch Eigentümer von Glasfaserstrecken angepasster Fragenkatalog erstellt. Durch Interviews und Diskussionsrunden mit ausgewählten Akteuren werden die Fragestellungen und Anliegen weiter vertieft. Ein Fragenkatalog befindet sich im Anhang A5.

2.3 Systemabgrenzung

Bei der Analyse der Breitbandabdeckung wird der Fokus auf die kabelgebundene Telekom-Infrastruktur gelegt. Der Mobilfunk als zusätzliche Möglichkeit für einen Internetzugang ist Bestandteil des Berichts, wird aber nicht detailliert analysiert.

3 Grundlagen

3.1 Telekommunikationsdienste und Anwendungen

Die verschiedenen Basisdienste, welche die Telekomfirmen anbieten, sind in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt. Dabei werden Kabel-TV-Unternehmen mit schweizweiter und regionaler Abdeckung, sowie klassische Telekom-Unternehmen - welche ihren Ursprung in der Sprachvermittlung haben - aufgeführt.

Basisdienste	Kabel-TV-Unternehmen (Kt. Graubünden)		Telekom-Unternehmen (umsatzstärkste)		
	Cablecom	Regionale Anbieter **)	Swisscom	Sunrise	Orange
Festnetz:					
Telefonie Festnetz	✓	✓	✓	✓	✓
Breitband-Internet	✓	✓	✓	✓	Nein *)
Fernsehen (inkl. Radio)	✓	✓	✓	Nein *)	Nein *)
Mobilfunk:					
Telefonie Mobilfunk	Nein *)	Nein	✓	✓	✓

Tabelle 1 Wichtigste Basisdienste

*) teilweise via Partner, **) im Kanton Graubünden: GrischVision, Aurax Connecta, Flimscom, llnet, u.a.)

Neben den Basisdiensten wie Sprache (Fest- und Mobilfunknetz) oder Fernsehen erlauben die auf dem Internet-Protokoll (IP) basierenden Dienste eine Vielzahl von möglichen Anwendungen.

Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt eine nicht abschliessende Auflistung von möglichen Anwendungen, aufgeschlüsselt nach deren hauptsächlichlicher Zielgruppe.

Anwendung	Zielgruppe Private	Zielgruppe Unternehmen
Email, Web-Dienste	X	X
Telefonie über Internet (Voice over IP - VoIP)	X	X
Standort-Vernetzung		X
Video-Konferenzen		X
Video auf Abruf (Video on demand)	X	
Fernsehen, Standard und hochauflösend (HDTV)	X	(X)
Videostreaming	X	(X)
Webradio	X	
Musik- und Videodownload	X	
Interaktive Spiele	X	

Tabelle 2 Anwendungen nach Hauptzielgruppen

3.2 Nachfrage nach hohen Datenraten

In der Informatikwelt gilt bis heute das Gesetz von Gordon Moore, welcher vor über 40 Jahren vorausgesagt hat, dass sich die Leistungsfähigkeit der Computerchips alle 18-24 Monate verdoppeln wird. Experten gehen davon aus, dass wir diese Steigerungsraten auch in den nächsten 30-40 Jahren weiterhin beobachten können. Für die Datenrate in der Telekommunikationswelt ergibt sich ein ähnliches Bild. Die Computer-Anwendungen, welche durch die leistungsfähigen Geräte möglich wurden, verlangen nach immer schnellerem Datenaustausch zwischen den verschiedenen Systemen. Bei den Anwendungen für Private dürfte in den nächsten Jahren das hochauflösende Fernsehen (HDTV via Datennetze) den Bandbreitenbedarf erhöhen. Geschäftskunden werden durch Verlagerung von Diensten ins Internet (Cloud Computing) wie auch dem vermehrten Einsatz von hochauflösenden Videokonferenzen die Bandbreitennachfrage weiter erhöhen.

Die Bedürfnisse von kleinen Unternehmen sind vergleichbar mit denjenigen von privaten Haushalten. Der Bandbreitenbedarf liegt in vergleichbarer Grössenordnung nur sind es nicht unbedingt die gleichen Anwendungen welche die Datenraten fordern. Mit der Anzahl der Arbeitsplätze mit Internetzugang nimmt auch der Bandbreitenbedarf von grösseren Firmen entsprechend zu.

Abbildung 1 gibt einen Überblick zum steigenden Bandbreitenbedarf.

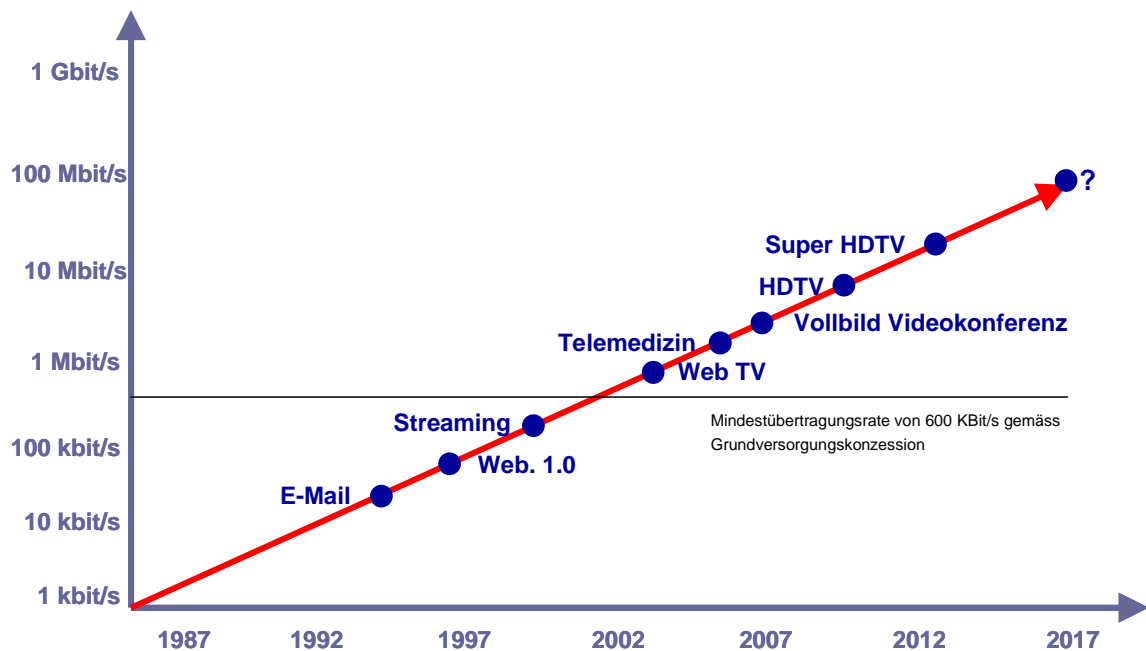


Abbildung 1 Steigender Bandbreitenbedarf der Anwendungen von Privat- und Geschäftskunden (Quelle: Swisscom/Alcatel)

Anwendungen und ihre Datenraten

Der Bandbreitenbedarf der verschiedenen Anwendungen ist sehr unterschiedlich. Sollen bewegte Bilder übertragen werden, so steigen die Anforderungen sehr schnell an. Würden nicht leistungsfähige Komprimierungsalgorithmen angewendet, wäre für die Übertragung eines hochauflösenden TV-Kanals ein Mehrfaches der aktuell notwendigen Rate von ca. 8-10 MBit/s notwendig.

In Tabelle 3 ist der Bandbreitenbedarf von einigen Anwendungen aufgeführt. Da die Anwendungen unterschiedliche Anforderungen stellen, wird die Datenrate für den Download (=Datenempfang durch Benutzer) und den Upload (=Datenversand durch Benutzer) getrennt aufgeführt. Die angegebenen Werte sollen die Grössenordnung der benötigten Datenraten aufzeigen:

Anwendung	Datenrate Download [MBit/s]	Datenrate Upload [MBit/s]
Telefonie über Internet (VoIP)	0,1 – 0,2	0,1 – 0,2
Internet (Surfen, E-Mails, Downloads)	0,3 – 5	0,3 – 3
Videokonferenz	<1	<1
Fernsehen Standard (pro Kanal)	1,5 – 2	0,5
Hochauflösendes Fernsehen HDTV (pro Kanal)	8 – 10	0,5

Tabelle 3 Anwendungen und ihre Datenraten

Anwendungen und ihre Zielgruppen

Zukünftige Dienste, welche die Firmen im Umfeld der Telekommunikation anbieten könnten:

Anwendung	Zielgruppe Private	Zielgruppe Unternehmen
Video auf Abruf (Video on demand)	X	
Video-Telefonie	X	(X)
Höchstauflösendes Fernsehen (Erhöhung Auflösung)	X	
3D Fernsehen	X	
'Cloud Computing'	X	X
z.B. Datensicherung auf Internetplattform		
'Cloud Computing'	(X)	X
z.B. Starten von Applikationen von einer Internetplattform		

Tabelle 4: Anwendungen und ihre Zielgruppen

3.3 Prinzipieller Aufbau der Telekom-Infrastruktur

Der Aufbau der Infrastruktur der Telekommunikationsfirmen lässt sich vereinfacht in ein Fernnetz (Backbone), ein Regionalnetz (Metro) und in ein Anschlussnetz aufteilen. Das Anschlussnetz wird auch häufig als 'letzte Meile' bezeichnet. Abbildung 2 verschafft einen Überblick:

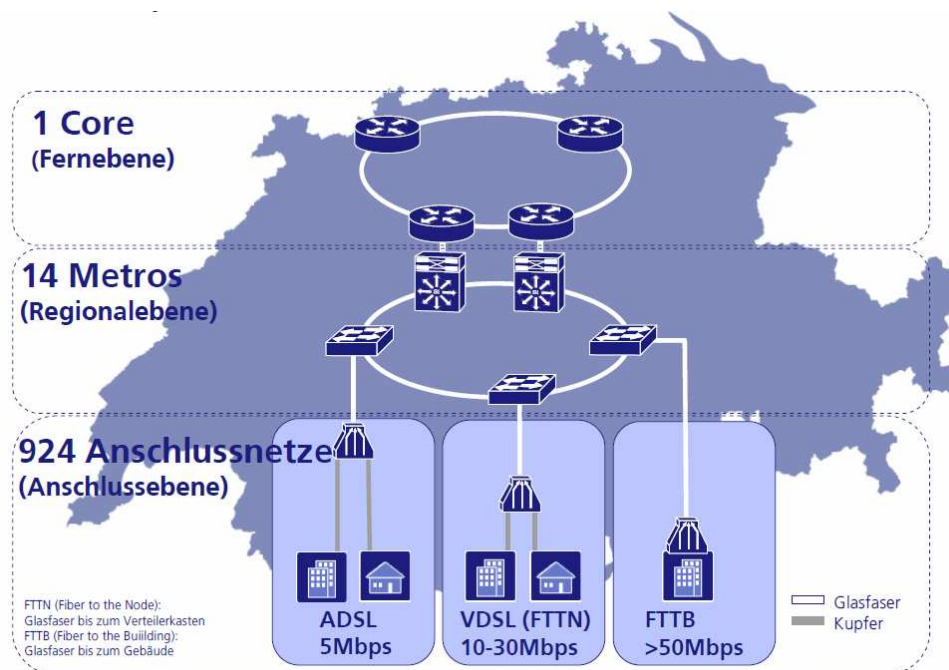


Abbildung 2 Schweizweites Datennetz der Swisscom (Mitbewerber haben ähnlichen Netzwerkaufbau)

Fernebene (Core oder Backbone)

Das Fernnetz ist gekennzeichnet durch eine durchgängige Ausführung mit Glasfasern um die grossen Datenmengen zu transportieren. Durch den Aufbau von ringförmigen Strukturen wird eine höchstmögliche Ausfallsicherheit erreicht. Netzübergänge zu nationalen und internationalen Telekomunternehmen werden meistens auf dieser Ebene realisiert.

Regionalebene (Metronetz)

Wie das Fernnetz ist auch das Regionalnetz zum grössten Teil mit Glasfasern aufgebaut. Auch hier wird durch eine Ringstruktur eine Redundanz erreicht, d.h. sollte ein Teil des Rings unterbrochen werden, können die Daten auf dem anderen Weg weiter übermittelt werden. In der Regel sind die Ortszentralen durch ein Regionalnetz mit Glasfasern erschlossen¹⁾. Das Regionalnetz hat weiter die Funktion den Zugang zum Fernnetz zu gewährleisten.

Anschlussebene (letzte Meile)

Als letzte Meile bezeichnet man bei Telekommunikationsnetzen (Telefonnetz, Kabelfernsehtnetz) den letzten Abschnitt der Leitung, welche zum Hausanschluss führt. Dies ist bei einem Telefonanschluss eine 2-Draht Kupferleitung oder bei einem Kabelfernsehanschluss eine Koaxial-Kupferleitung, die zur Ortszentrale oder zum Quartierteilekasten führt.

Um Wettbewerbern ohne 'letzte Meile' den Zugang zu den Netzanschlüssen zu gewähren, können die Anbieter gegen Entrichtung einer Gebühr Zugang zur letzten Meile erhalten. Diese Regulierung der 'Entbündelung der letzten Meile' betrifft nur die 2-Draht Kupferleitung der Swisscom. Ende 2009 waren schweizweit ca. 150'000 Telefonleitungen entbündelt. Gemäss Swisscom werden im Kanton Graubünden 61 Ortszentralen betrieben. Davon hat Sunrise weniger als 10 Stück mit eigener Infrastruktur ausgerüstet. In der gesamten Schweiz hat Sunrise zum gleichen Zeitpunkt ca. 450 Ortszentralen der Swisscom entbündelt.

Geschäftskunden mit mehr als 50 Mitarbeitern werden bereits heute zu einem grossen Teil mit Glasfaseranschlüssen direkt bis zum Gebäude erschlossen. Gemäss Angaben der Swisscom beziehen schweizweit bereits ein Drittel der Geschäftskunden ihre Telekomdienste über einen Glasfaseranschluss. Dies betrifft bei grösseren Unternehmen die Telefonie- wie auch die Datenleitungen.

1) Gemäss Angaben von Swisscom waren im Kt. Graubünden Anfang 2010 von den bestehenden 61 Ortszentralen alle ausser 2 mit Glasfasern erschlossen.

3.4 Die letzte Meile - verschiedene drahtgebundene Technologien

Die nachfolgende Übersicht (vgl. Abbildung 3) zeigt die verschiedenen im Anschlussnetz möglichen Technologien. Eine mögliche Differenzierung ist die maximal mögliche Download-Datenrate. Wie bereits erwähnt sind mit der Glasfasertechnologie sehr hohe Datenraten möglich; in der Grafik ist ein möglicher Dienst mit 500 MBit/s (FTTH 500) eingezeichnet.

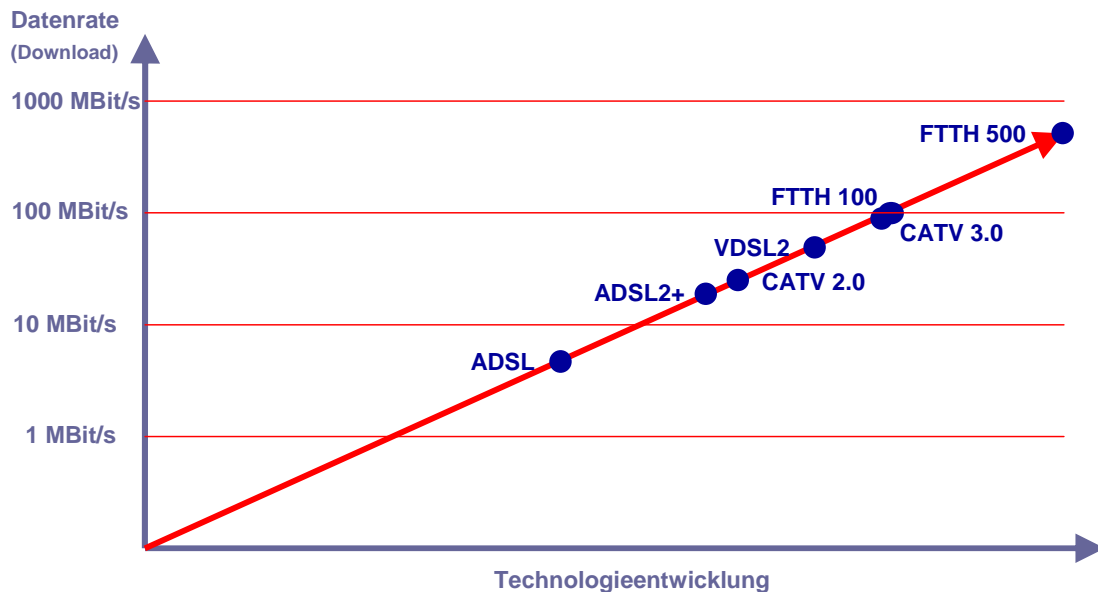


Abbildung 3 Datenraten von verschiedenen Technologien wie DSL, CATV und FTTH
(Quelle: Nokia-Siemens/Alcatel)

3.4.1 Telefonnetz

Das Telefonnetz beruht auf der letzten Meile auf einer 2-Draht Kupferleitung. Wie aus dem Namen hervorgeht, war vor Jahrzehnten, als mit dem Aufbau begonnen wurde, das Netz nur für Telefonie gedacht. Durch die Nachfrage zur Übermittlung von Computerdaten über das Telefonkabel wurde die Modem-Technik entwickelt. Die ersten Geräte konnten nur kleine Datenraten im Bereich von einigen KBit/s übermitteln. Durch stetige Entwicklung konnte mittlerweile eine immense Leistungssteigerung erreicht werden. Heutige Modems auf Basis der DSL-Technologie erreichen Datenraten von einigen 10 MBit/s.

Die DSL-Technologie unterscheidet verschiedene zeitliche Entwicklungen wie ADSL, SDSL oder VDSL, welche sich durch ihre technischen Eigenschaften unterscheiden.

Die Datenrate von verschiedenen DSL-Technologien ist im grossen Masse von der Leitungsqualität der Telefonleitung - insbesondere von der Distanz zum nächsten Quartiergehäusekasten - abhängig. Abbildung 4 zeigt die Abhängigkeit der theoretischen Datenrate von der Leitungslänge.

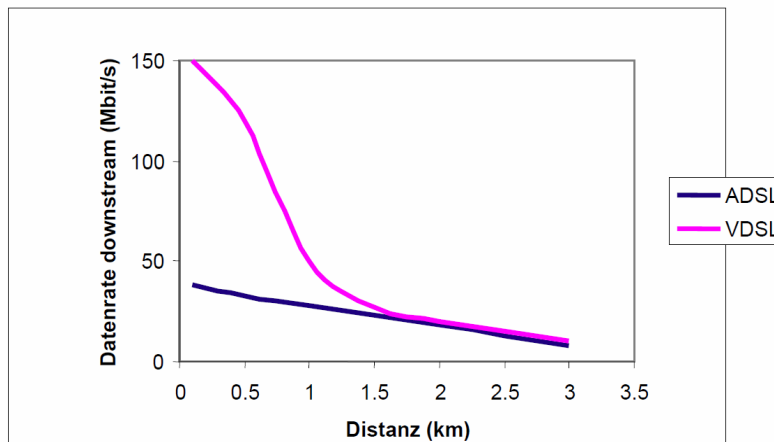


Abbildung 4 VDSL bietet hohe (Download-)Datenraten v.a. bei kurzen Distanzen (Quelle: BAKOM)

Typische Kennzahlen von asymmetrischen DSL-Varianten sind:

- VDSL mit 750m Leitungslänge ab Quartierverteiler -> ca. 30 MBit/s (max. Download)
- VDSL mit 1'500m Leitungslänge ab Quartierverteiler -> ca. 10 MBit/s (max. Download)
- ADSL mit 1'500m Leitungslänge ab Quartierverteiler -> ca. 8 MBit/s (max. Download)

Die Upload-Datenraten sind immer ein Vielfaches niedriger als die entsprechenden Downloadraten. Je nach Produkt und Netzanbieter können die Raten beim Upload bis zu 10x kleiner sein.

Mittlerweile gibt es verschiedene Weiterentwicklungen für ADSL (ADSL2, ADSL2+) wie auch für VDSL (VDSL2). Sie unterscheiden sich vor allem darin, dass die Übertragungsraten erhöht wurden.

Für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) bieten die Telekomfirmen auch symmetrische DSL-Varianten (SDSL) an. Dabei sind die Datenraten für Up- und Download identisch. Die Bandbreite liegt jedoch im Vergleich zu ADSL resp. VDSL auf einem bescheidenen Niveau (vielfach 2 MBit/s).

Der Aufbau der VDSL-Infrastruktur wird mit der Abbildung 5 illustriert. Damit die hohen Bandbreiten möglich werden, wird die notwendige Elektronik in Quartierverteiler im Aussenbereich installiert. Dazu werden Glasfaseranschlüsse vom Ortsverteiler in die Quartiere gebaut:

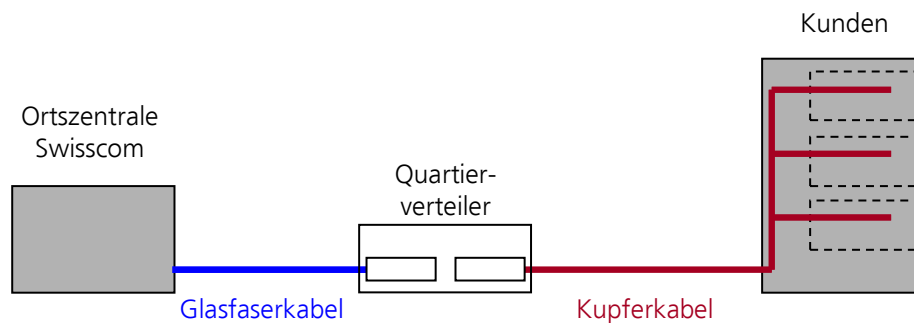


Abbildung 5 VDSL-Infrastruktur besteht aus einer Kombination von Glas- und Kupferkabel

Vorteil der DSL-Technologie:

- Kostengünstig bzgl. Investition, da Nutzung bestehender Kabelinfrastruktur

Nachteile der DSL-Technologie:

- Datenrate ist distanzabhängig
- Bei ADSL, VDSL: asymmetrische Datenrate (Upload ist meistens um ein Vielfaches niedriger als Download)
- Physik setzt Grenzen für maximal mögliche Datenraten
- Best Effort-Service, d.h. Service-Provider gibt keine Garantien bzgl. der erzielbaren Datenraten ab

Ausblick DSL-Technologie

Die Entwicklung im Bereich der DSL-Technologie dürfte den Zenit überschritten haben. Es ist davon auszugehen, dass bei den Bitraten - bei vergleichbaren Leitungslängen - nur noch unwesentliche Verbesserungen zu erwarten sind. Auch wird es aus heutiger Sicht keine symmetrischen DSL-Dienste im zweistelligen MBit/s-Bereich geben. Da die erzielbaren Bitraten stark von den Leitungslängen der Kupferkabel abhängig sind, werden allenfalls die DSL-Verteiler in die Keller der Mehrfamilienhäuser verschoben wo sie mit Glasfasern erschlossen werden (FTTB). Über die bestehende Hausverkabelung (Kupfer- und Koaxialkabel) werden bei diesem Szenario die Wohnungen erschlossen.

3.4.2 Kabelfernsehnnetz (CATV)

Das Kabelfernsehnnetz wurde ursprünglich für die Übertragung von Radio- und Fernsehsignalen konzipiert. Mit dem Aufkommen des Internets wurde die Infrastruktur so ausgebaut, dass auch eine bidirektionale Datenübertragung möglich ist. Dies ist notwendig damit auch Breitbandanwendungen möglich sind. Diverse Kabelnetzbetreiber bieten nunmehr neben den klassischen Radio-TV-Diensten auch IP-Telefonie und Breitband-Internet an (vgl. Abbildung 6).

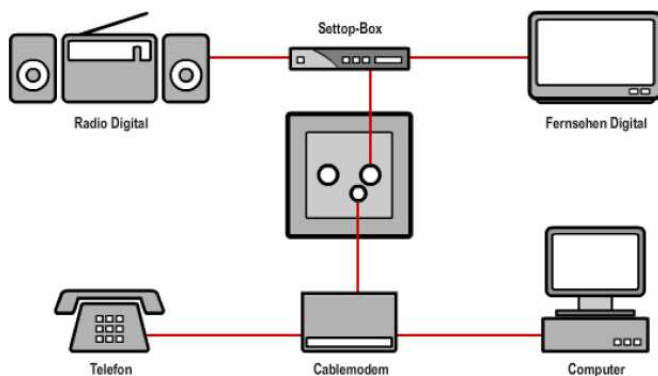


Abbildung 6 Audio-, TV- und Telekom-Dienste über das Kabelnetz (Quelle: Cablecom)

Ähnlich wie bei der DSL-Technologie verhalten sich die Datenraten für den Breitbandzugang zum Internet über das Koaxialkabel asymmetrisch. Dies bedeutet, dass die Datenrate für den Upload etwa um den Faktor 10 kleiner ist als diejenige für den Download.

Je nach Anbieter sind verschiedene Abonnemente verfügbar, wobei sich der Preis nach den Datenraten richtet. Die Datenraten sind mit den DSL-Angeboten (ADSL, VDSL) konkurrenzfähig. Zur Zeit werden im Kanton Graubünden von der Firma Cablecom wie auch anderen regionalen Kabelnetzbetreibern Download-Geschwindigkeiten bis 25 MBit/s angeboten. Durch den Einsatz von neuer Modem-Technologie (DOCSIS Version 3) und der Erschliessung der Quartierverteiler mit Glasfasern sollen in naher Zukunft Datenraten von bis zu 100 MBit/s möglich werden. Die erzielbaren Datenraten dürften in der Praxis zwischen denen von VDSL und FTTH liegen.



Abbildung 7 Verlängerung Glasfaserleitungen bis ins Quartier, ähnlich dem Netz von Swisscom AG mit VDSL (Quelle: Cablecom)

Vorteil:

- Kabelinfrastruktur ist in Teilen des Kantons vorhanden und ist bzgl. Erhöhung der Übertragungsrate noch ausbaubar (Potential 100 MBit/s mit DOCSIS Version 3)

Nachteile:

- Mehrere Benutzer teilen sich eine gewisse Bandbreite (Shared Medium)
- Typischerweise ist die Upload-Geschwindigkeit ca. um den Faktor 10 kleiner als diejenige der Downloadrate (asymmetrische Datenrate wie bei ADSL oder VDSL)

3.4.3 Glasfaseranschluss (FTTB, FTTH)

FTTx hat sich als Oberbegriff für Glasfaserzugangsnetze durchgesetzt. Das x steht dabei als Platzhalter für den Punkt bis zu dem die Glasfaser auf der letzten Meile in Richtung Kunden verlegt wird. Es wird meist zwischen drei Varianten unterschieden: FTTC (Fiber to the Curb) meint Glasfaser bis zur Trottoirkante, FTTB (Fiber to the Building) Glasfaser bis zum Gebäude und FTTH (Fiber to the Home) steht für Glasfaser bis in die Wohnung.

Beim Ausbau mit FTTH betrachtet man die Erschliessung der Haushalte mit einem zusätzlichen Glasfaseranschluss. Im Prinzip ist dies die Verlängerung des im Fern- und Regionalnetz bereits bestehenden Glasfasernetzes bis zum Endkunden. Zurzeit werden Datenraten im Bereich von 100 MBit/s angeboten; wobei aus technischen Gründen keine Unterscheidung zwischen Up- und Download-Geschwindigkeiten notwendig ist. Aufgrund der optischen Eigenschaften der Glasfaser lassen sich mit FTTH noch weit höhere Geschwindigkeiten (> 10 GBit/s) erreichen. Der limitierende Faktor für die Bandbreite ist die Leistungsfähigkeit des eingesetzten Netzwerk-Equipments. Dies betrifft primär die eingesetzte Technik zu Beginn und Ende des Kabels und weniger die Eigenschaften des Glasfaserkabels selbst. Im Gegensatz zur DSL- und CATV-Technologie ist die Datenrate nicht von der Leitungslänge abhängig.

Vorteile:

- Extrem hohe Datenraten möglich, limitiert durch eingesetzte Netzwerk-Elektronik (> 10 GBit/s)
- Symmetrische Datenrate
- Lange Distanzen möglich
- Verlegung im gleichen Schacht wie Starkstromkabel möglich, da unempfindlich gegen elektromagnetischen Störeinflüssen

Nachteile:

- Hohe Investitionskosten
- Investitionen für Kupferverkabelung in Übergangsphase auch bei Neubauten von MFH noch notwendig (Anschlüsse Haustechnik, Koaxialkabel-Anschlüsse Wohnungen)

3.5 Die letzte Meile - verschiedene Funk-Technologien

Breitbanddienste können nicht einzig über das fixe im Boden verlegte Telekommunikationsnetz angeboten werden. Verschiedene Funktechnologien ermöglichen bereits heute den Nutzern von mobilen Geräten einen schnellen Zugang zum Internet. Nachfolgend eine Aufzählung von drahtlosen Systemen:

- Mobilfunk 2.te Generation: GSM mit Weiterentwicklungen (wie GPRS und EDGE) sind Datenraten bis zu 400 KBit/s möglich,
- Mobilfunk 3.te Generation: UMTS mit Weiterentwicklungen (wie HSDPA und HSPA) erreichen Datenraten von bis zu 14,4 MBit/s,
- Mobilfunk 4te. Generation: LTE ist erst in Pilotversuchen verfügbar; es sollen Datenraten von 100 MBit/s und mehr möglich sein,
- Kurzdistanz-Netzwerke: WLAN mit diversen Weiterentwicklungen bieten Datenraten von 100 MBit/s und mehr an,
- Internet via Satelliten: bieten Datenraten im Bereich von einigen MBit/s an. Die Kosten für den Endkunden sind noch relativ hoch und der Markt ist noch wenig entwickelt,
- Die Überbrückung der 'letzten Meile' mittels drahtloser Technologie (WiMAX) hat sich in Europa nicht durchgesetzt. Swisscom hat die ersteigerte Konzession Ende 2009 dem BAKOM zurückgegeben.

Als relevante Konkurrenten zum FTTH kommen aus heutiger Sicht in erster Linie die vierte Mobilfunkgeneration (LTE) in Frage, welche Datenraten von 100 MBit/s und mehr erreichen soll.

Weitere Aussagen zu LTE sind noch nicht möglich, da erst Pilotinstallationen mit der neuentwickelten Technologie in Betrieb sind.

Alle genannten Funktechnologien weisen einen entscheidenden Nachteil gegenüber dem Festnetz auf. Sie basieren auf einem sogenannten 'Shared Medium', d.h. die Benutzer innerhalb einer Funkzelle müssen sich die Gesamtbandbreite teilen. Je mehr Nutzer gleichzeitig Daten übermitteln desto kleiner wird die effektive Datenrate jedes einzelnen. In dünn besiedelten Gebieten kann der Mobilfunk aber durchaus eine sinnvolle Alternative zu einem Festnetzanschluss darstellen.

3.6 Politische und rechtliche Rahmenbedingungen

Breitbandanschluss in der Grundversorgung

Der Breitbandanschluss wurde 2008 als Bestandteil der Grundversorgung aufgenommen (Artikel 16 Absatz 1 des FMG). Die Ergänzung der Grundversorgung durch eine flächendeckende Verfügbarkeit von Breitbanddiensten ist ein Schweizer Novum.

Auszug aus dem Fernmeldegesetz (FMG):

[Die Grundversorgung umfasst Telefonie, Fax, Datenübertragung, Breitband-Internetverbindung, Zugang zu den Notrufdiensten, öffentliche Sprechstellen und besondere Dienste für Behinderte. ... Der Breitbandanschluss muss eine Internetverbindung mit einer Mindestübertragungsrate von 600/100 KBit/s²⁾ bieten. In Ausnahmefällen kann diese Übertragungsrate reduziert werden...]

Aufgrund der raschen Entwicklung und Verbreitung von Dienstleistungen mit grösserem Bandbreitenbedarf, entspricht die Mindestübertragungsrate gemäss Grundversorgung heute nicht mehr den aktuellen Bedürfnissen.

Netzzugang Kabelinfrastruktur

Der Zugang zum Kupferkabel der Swisscom (letzte Meile) wurde im revidierten FMG (April 2007) geregelt. Wie vorgängig beschrieben stellt die Swisscom mittels 'Entbündelung' den Mitbewerbern die Telefonanschlussleitung (TAL) gegen ein Entgelt zur Verfügung. Die Regulierung beschränkt sich dabei ausschliesslich auf das Kupferkabel der 'letzten Meile' der Swisscom. Keine Eingriffsmöglichkeiten sieht der Regulator bei der Glasfaserinfrastruktur der Regional- oder Fernebene vor. Es ist keine Möglichkeit vorgesehen, den Zugang auf diese Glasfaserinfrastruktur eines Mitbewerbers zu ermöglichen. Diese Regulierungslücke könnte unter Umständen zu Doppelausbauten oder zu Ausbauten mit unterschiedlichen technischen Standards führen. Um dies

2) Download / Upload-Datenrate

zu vermeiden wurde unter Federführung der ComCom ein runder Tisch einberufen. Für den Glasfaseranschluss auf der letzten Meile (FTTH) haben die Teilnehmer des runden Tisches Empfehlungen für einen standardisierten Netzzugang erarbeitet. Damit soll ein diskriminierungsfreier Zugang für weitere Netz- und Diensteanbieter gewährleistet werden.

Kabelkanalisationen und Schächte

Die Comcom hat erstmals über den Zugang zu den Kabelkanalisationen von Swisscom entschieden. Im Rahmen von drei seit dem Jahr 2007 hängigen Verfahren hatte die Regulierungsbehörde über verschiedene Anträge zu urteilen, welche Preise und weitere Zugangsbedingungen betrafen.

So kommt die Comcom zum Schluss, dass Swisscom infolge ihrer marktbeherrschenden Stellung den alternativen Fernmeldediensteanbietern ihr gesamtes Kabelkanalisationsnetz zur Mitbenutzung anzubieten hat, sofern ausreichende Kapazitäten vorhanden sind.

Schliesslich wird Swisscom dazu verpflichtet, ab 2011 ihren Konkurrentinnen einen Online-Zugang zum Informationssystem anzubieten, welches Auskunft über freie Kapazitäten im Kabelkanalisationsnetz gibt. Diese Verpflichtung ist in der Verordnung über die Fernmeldedienste vorgesehen. Swisscom hatte bestritten, dass ihr diese Verpflichtung auferlegt werden dürfe. Für die Comcom bedeutet das Gebot der Nichtdiskriminierung auch, dass die Konkurrenz den gleichen Zugang zu den vorhandenen Informationen über Kabelkanalisationen hat wie Swisscom selbst.

3.7 Glasfaserausbau (FTTH) Schweiz

3.7.1 Allgemein

Ende 2008 kommunizierte Swisscom ihre Glasfaser-Pläne, nachdem zuvor die Strategie für eine Breitbandversorgung vornehmlich auf der VDSL-Technologie beruhte. Die Swisscom setzt nun den Ausbau mit FTTH in verschiedenen grösseren Städten um. Bis Ende 2015 sollen schliesslich über 1 Mio. Haushalte (entspricht ca. 1/3 der Bevölkerung) mit Glasfaser angeschlossen sein. Beim FTTH-Ausbau verfolgt Swisscom eine Multifaserstrategie, d.h. jeder Haushalt wird mit vier Glasfasern erschlossen. Swisscom nutzt davon eine Faser selbst und die restlichen können Kooperationspartner erwerben und sich somit an den Investitionskosten der Swisscom beteiligen.

Neben der Swisscom verfolgen auch diverse städtische Elektrizitätswerke Pläne für den Ausbau der FTTH-Infrastrukturen. In den Städten Zürich, Genf, Basel, St. Gallen, Bern, Lausanne, Luzern und Freiburg beabsichtigen auch sie die Verlegung von Glasfaserkabel bis in die Haushalte und Unternehmen. Die Investitionen der Städte sind beträchtlich. So werden beispielsweise die Elektrizitätswerke der Stadt Zürich (EWZ) und die Swisscom zusammen einen Betrag von 430 Millio-

nen Franken (vgl. NZZ 29.1.2010 S. 15) in eine flächendeckende Glasfaser-Versorgung der Stadt Zürich investieren.

Aufgrund der Tatsache, dass die EW und Stadtwerke durch ihre Versorgungsnetze Eigner von Rohren und Kabelkanälen sind, und über entsprechende Durchleitungsrechte bis zu den Gebäuden verfügen, sind sie ein idealer Kooperationspartner für die Swisscom. Daher gibt es verschiedene Kooperationsmodelle: entweder bauen beide Partner gemeinsam und stellen sich gegenseitig Fasern zur Verfügung oder ein Partner baut und der andere erlangt ein Nutzungsrecht an einer Faser durch Bezahlung eines Investitionsbeitrages.

3.7.2 Anschlussnetz auf FTTH umbauen - Grundlagen

Wie im Kapitel 'Anschlussnetz' beschrieben besteht die letzte Meile aus der Telefonverkabelung und bei einem Grossteil der Hausanschlüsse auch aus einem Kabelfernsehanschluss. Beim Ausbau mit FTTH betrachtet man nun die Erschliessung der Haushalte mit einem zusätzlichen Glasfaseranschluss. Im Prinzip ist dies die Verlängerung des im Fern- und Regionalnetz bereits bestehenden Glasfasernetzes bis zum Endkunden.

Dabei gibt es verschiedene Lösungsansätze wie ein solches Glasfasernetz realisiert werden kann. Auf der physikalischen Ebene ist es möglich mit einer einzelnen Glasfaser in jeden Haushalt zu fahren und diese beim Ortsverteiler auf das Netz der Anbieter anzuschliessen. Die Verteilung der Signale für die einzelnen Haushalte erfolgt dabei durch ein optisches Verfahren. Die Telekom-spezialisten sprechen von einem 'passiven optischen Netzwerk' (PON). Werden eine- oder mehrere Fasern direkt von der Ortszentrale zu jedem Endkunden installiert spricht man von einem Punkt-zu-Punkt-Netzwerk (P2P). Die P2P-Variante benötigt mehr Investitionsaufwand, da die Installation umfangreicher und komplexer ist. Zur Zeit bevorzugt der runde Tisch (vgl. nächstes Kapitel) die Investitionen in die P2P-Variante mit vier Fasern pro Wohnungseinheit.

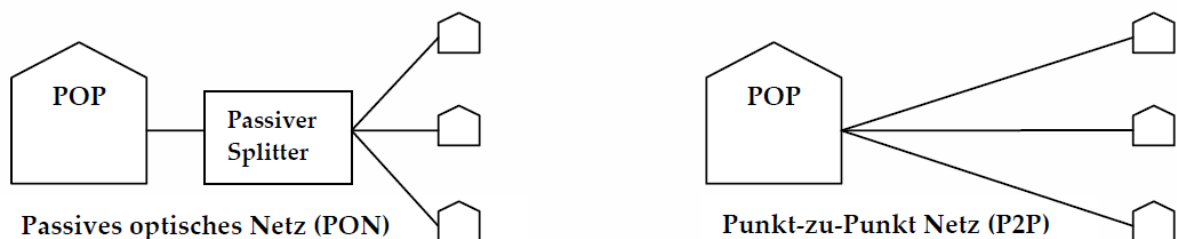


Abbildung 8 Vergleich von Netztopologien. Point-of-Presence (PoP) entspricht der Ortszentrale (Quelle: swiss economics)

3.7.3 Wie sieht die erste Bilanz bzgl. dem Runden Tisch 'Glasfaserausbau bis in die Haushalte' mit Stand 5. Oktober 2009 aus?

Der Runde Tisch zum Ausbau des Glasfasernetzes bis in die Haushalte (FTTH) und die dazu gehörenden Arbeitsgruppen führen zu konkreten Resultaten: Die wichtigsten Akteure³⁾ verständigen sich auf einheitliche Standards. Einem Ausbau des Glasfasernetzes stehen somit keine grösseren technischen Schranken mehr im Wege. Durch Koordination kann zudem der parallele Bau neuer Netze vermieden werden, dafür werden in jedem Gebäude mehrere Glasfasern (Mehrfasermodell) verlegt. Gleichzeitig sind sich die Teilnehmer am Runden Tisch einig, dass alle Anbieter zu gleichen Bedingungen Zugang zum Glasfasernetz erhalten müssen, um die Wahlfreiheit der Endkunden zu wahren. Ein diskriminierungsfreier Zugang zum FTTH-Netz soll allen Anbietern auf der physikalischen Ebene (Layer 1) und auf der Transportebene (Layer 2) gewährt werden.

Weiter wurden einheitliche technischen Standards für die Hausinstallation definiert. Somit soll für den Kunden ein Anbieterwechsel einfach möglich sein. Die Bemühungen richteten sich auch auf die Ausgestaltung der Verträge zwischen Anbietern und Hauseigentümern, damit der Wettbewerb spielen kann. Es handelt sich allerdings nur um Empfehlungen in gegenseitigem Einvernehmen, es bleibt abzuwarten wie sich diese in der Praxis bewähren.

Weiteres Vorgehen

Der Runde Tisch und zwei Arbeitsgruppen werden weitergeführt, um offene Punkte zu vertiefen oder zu klären. Die ComCom wird zudem prüfen, welche neuen Regulierungsinstrumente notwendig sind, um allfälligen künftigen Marktversagen begegnen zu können; dazu wird sich der Bundesrat bis spätestens Mitte 2010 in einem Bericht an das Parlament äussern.

3) Telecomanbieter: Colt, Orange, Sunrise, Swisscom, Verizon, VTX
Elektrizitätswerke: EWZ, St. Galler Stadtwerke, Service Industriels de Genève, Sierre Energie
Kabelnetzbetreiber: Cablecom, GGA Maur, Valaiscom
Weitere: Broadband Networks, BAKOM, ComCom

3.8 Kosten verschiedener Ausbautechnologien

Die Kennzahlen sind nur Richtwerte; für genaue Werte braucht es entsprechende projektspezifische Kostenermittlungen. Bei Kostenabschätzungen ist einerseits die eingesetzte Technologie, andererseits die Siedlungsstruktur zu berücksichtigen.

Glasfaserausbau FTTH

Für die Erschliessung der Endbenutzer bedarf es des Einzugs von mehradrigen Glasfaserkabeln bis zum nächsten Verteilpunkt. Je nach örtlicher Situation sind auch Tiefbauarbeiten wie das Verlegen von Leerrohren oder das Setzen von Schächten notwendig. Die meisten in Planung oder Ausführung stehender Projekte beschränken sich auf die grösseren Städte der Schweiz. Die kommunizierten Erstellungskosten dieser Projekte⁴⁾ liegen zwischen Fr. 1'700 und 2'400 pro Haushalt.

Gemäss Ausführungen der Swisscom (Quelle: Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für die Berggebiete (SAB), Positionspapier 'Ausbau des Glasfasernetzes' vom 7. Juli 2009) kostet die Erschliessung ländlicher Regionen rund 3-5 mal mehr als in städtischen Regionen. In einer Stellungnahme zu diesem Bericht reduziert Swisscom den Faktor auf 2 bis 3 mit dem Hinweis, dass die ältere Schätzung vermutlich nicht auf einer gesamtheitlichen Betrachtung der Kosten basierte. Andere Quellen schätzen, dass der Glasfaserausbau in ländlichen Regionen im Vergleich zu städtischen rund doppelt so hohe Investitionskosten pro erschlossenem Haushalt verursacht. Die zwei nachfolgenden Projekte zeigen, dass die Erschliessungskosten auch unter den Schätzungen liegen können. Beim Projekt des EW Pfy (Kanton Thurgau) wurden 160 Haushalte im Ortsteil Dettinghofen mit Glasfasern erschlossen. Die Investitionskosten pro Haushalt betrugen laut dem Projektleiter rund Fr. 2'900. Im Januar 2010 hat das Elektrizitätswerk Obwalden angekündigt bis 2014 ein fast flächendeckendes Glasfasernetzwerk für den Kanton zu bauen. Für die Erschliessung von 90% der Haushalte wird mit Investitionen von ca. 31 Millionen Franken gerechnet; umgerechnet ergibt dies einen Betrag von ca. Fr. 2'500 pro erschlossenem Haushalt. Diese Kosten beinhalten auch die notwendigen Installationen von der Hauseinführung im Keller bis zur Glasfaser-Dose in der Wohnung. Die Nachkalkulation von abgeschlossenen Projekten in ländlichen Regionen wird zeigen, wie genau die Schätzungen sind.

Die genannten Beträge schliessen in der Regel auch die Investitionskosten innerhalb der Gebäude mit ein. Damit ist die Verkabelung von der Hauseinführung im Keller über die Steigleitungen bis zur eigentlichen Wohnungsdose gemeint. In städtischen Gebieten geht man davon aus, dass dieser Anteil 20-30%⁵⁾ der Gesamterschliessungskosten ausmacht.

4) Zürich, Bern, St. Gallen, Basel und Luzern

5) laut EWZ betragen die Erschliessungskosten innerhalb der Gebäude 90 bis 130 Mio. Fr. Dies entspricht 20 bis 30 Prozent der Gesamtkosten.

Kostenvergleich DSL, Kabel und Mobilfunk

Soweit möglich wurde der Investitionsbedarf pro Haushalt für verschiedene Technologien abgeschätzt. Es gilt zu beachten, dass für die DSL- und Kabelnetzkosten von einer bestehenden Grundinfrastruktur ausgegangen wird, während es sich bei FTTH um einen Netzneubau handelt. Für einen Ausbau in ländlichen Regionen auf ADSL2/VDSL wird mit Kosten von ca. Fr. 700.-⁶⁾ pro Haushalt gerechnet. Während die Investition für den Ausbau eines bestehenden Kabelnetzes - zum Anbieten von Internet-Services - ca. Fr. 400-500.- betragen. Der Ausbau des Mobilfunknetzes auf den neusten Standard (LTE) dürfte Investitionskosten verursachen, welche zwischen einem FTTH- und VDSL-Ausbau liegen. Die Angaben der Kosten sind wie erwähnt als Richtgrössen zu betrachten.

Kosten und Siedlungsstruktur

Es gibt diverse Aussagen wonach die Erschliessung in ländlichen Gebieten (pro Haushalt berechnet) teurer ist als in städtischen:

- Gemäss Swisscom ca. 2-3 mal teurer
- Andere Quellen ca. doppelt so teuer
- Der Ausbau in der ländlichen Gemeinde Pfyn wird ca. 30% teurer als in Städten
- Der Ausbau im Kanton Obwalden soll ca. 20 % teurer als in Städten werden

Kostentreibend kann einerseits die Distanz zwischen den Siedlungen sein, andererseits die Bebauungsdichte der Siedlungen. In Graubünden ist die Distanz zwischen den Siedlungen im schweizerischen Vergleich am grössten. Da die Fernerschliessung der Swisscom-Verteilpunkte mittels Glasfasern aber zum grössten Teil bereits vorliegt, dürfte dies nicht zu einer überproportionalen Preissteigerung führen.

Generell wird davon ausgegangen, dass dicht bebaute (städtische) Siedlungen billiger zu erschliessen sind als weniger Dichte. Die Erfahrungen der EWZ bestätigen diese Aussage aber nicht generell. So können in besonders dicht bebauten Gebieten auch besonders komplizierte Erschliessungen erforderlich sein die pro Haushalt teurer sein können als in weniger dicht bebauten Quartieren. Der Unterschied zwischen einer dicht bebauten Stadt und einem dicht bebauten Dorf dürften demzufolge nicht so gross sein. Kostentreibend können hingegen sehr ländliche Strukturen, wie zersiedelte Dörfer, Weiler und Streusiedlungen sein. Die Kosten für die Erschliessung des Kantons werden darum sehr stark davon abhängen wie weit auch die Erschliessung von Klein- und Kleinstsiedlungen mittels Festnetzanschlüssen angestrebt wird. Die Kosten für die Erschliessung der Dörfer dürfte sich näher bei den geschätzten Kosten für Pfyn und Obwalden

6) Laut Swisscom können die Kosten pro VDSL-Anschluss - je nach Zuleitung und Siedlungsdichte - auch einige Tausend Franken betragen.

bewegen, die Kosten für die Erschliessung von allen Kleinstsiedlungen näher bei den Schätzungen der Swisscom.

3.9 Zusammenfassung

In den vorangehenden Kapiteln wurden verschiedene Technologien für die Anschlussnetze der 'letzten Meile' vorgestellt. Weiter ist auch der Bandbreitenbedarf der unterschiedlichen Anwendungen beschrieben. Die Tabelle 5 zeigt in einer Zusammenstellung die Eignung der beschriebenen Technologien für die verschiedenen Telekom-Anwendungen.

	Telefonie	Digital TV	Internet ≈ 4 MBit/s	HDTV 2 Kanäle	Internet > 50 MBit/s	Analog TV ⁷⁾
ADSL2	✓	✓	✓	✗	✗	✗
VDSL2	✓	✓	✓	✓	✗	✗
FTTH	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Kabelnetz (DOCSIS 3)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mobilfunk (LTE)	✓	✓	✓	(✓)	(✓)	✗

Tabelle 5 Bietet die Technologie genügend Bandbreite für die Anwendung?
Legende: ✓ = ja, ✗ = nein, (✓) = eingeschränkte Funktion

7) wird langfristig durch Digital TV abgelöst

4 Glasfaser-Infrastruktur im Kt. Graubünden (Fernnetze)

4.1 Datenerhebung und Auswertung

Verschiedene Firmen und Institutionen sind Besitzer von Glasfaserleitungen. Um einen Überblick der Glasfaserinfrastruktur zu erlangen wurden diese interviewt, mit einem Fragenkatalog wurden die nachfolgend aufgelisteten Parameter erhoben:

- Verlauf der Glasfaserstrecken,
- Anzahl Glasfasern je Strecke,
- Eigentümer oder Mieter,
- Falls Eigentümer: werden Fasern auch weitervermietet?
- andere Angaben.

Die Abbildung 9 gibt eine Übersicht über die Eigentümer und deren Antworten auf den Fragenkatalog.

Eigentümer	Verlauf	Fasern	andere Angaben
Swisscom	✓		
Sunrise	✓		
Cablecom	✓		
Aurax Connecta (KNS)			nur Angaben über erschlossene Gemeinden
EWZ	✓	✓	freie Kapazität
RätiaEnergie	✓	✓	
Axpo	✓	✓	
IBC Chur			haben keine eigene LWL
Amt für Telematik (Chur)			haben LWL in Chur, geben keine weiteren Angaben
Amt f. Informatik (Kanton)	✓		
Tiefbauamt / ASTRA	✓		
Rhätische Bahn	✓	✓	freie Kapazität, geplante Verbindungen

Abbildung 9 Zusammenfassung Eigentümer und Antworten auf Fragenkatalog

Angaben auf welchen Glasfaserstrecken einzelne Fasern vermietet werden sind von den Akteuren nicht zu erhalten. Die Preise sind vertraulich, zudem können sie sich je nach Marktsituation rasch ändern. In einem weiteren Schritt wurden die angefragten Parameter der verschiedenen Akteure verarbeitet und in einem GIS-Datensatz abgelegt. Dabei wurden verschiedene geometrische Grundlagen für den Verlauf der Leitungen verwendet:

- Vector25-Daten von Strassen und Eisenbahnen (Swisstopo),
- Liniendaten des Hochspannungsnetzes,
- Digitalisierung von Hand nach Vorlage von Plänen oder schriftlichen Angaben.

Dadurch variiert der Detailgrad und die Genauigkeit im Leitungsdatensatz.

Den Verlauf der Glasfaserleitungen zeigt die Kantonsübersichtskarte in Abbildung 10. Der Stand der Leitungsdaten ist Frühling 2010. Aus Geheimhaltungsgründen darf der Verlauf der Swisscom-Leitungen lediglich in der Übersichtskarte gezeigt, jedoch nicht in den GIS-Datensatz integriert werden. Die Vollständigkeit der Daten kann nicht garantiert werden.

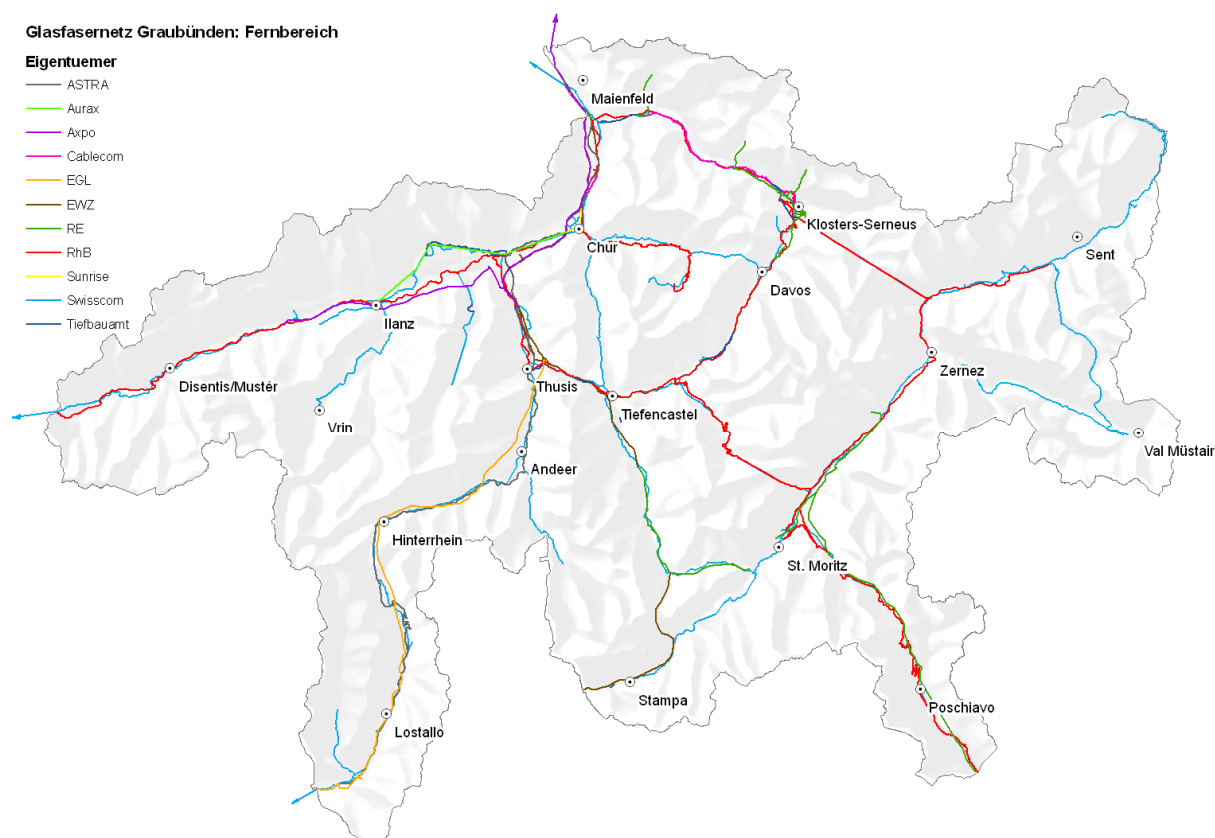


Abbildung 10: Verlauf der Glasfaserleitungen im Fernbereich, aufgegliedert nach Eigentümern

4.2 Fazit

Eine der Befürchtungen im Vorfeld der Studie war, dass der Kanton im gesamtschweizerischen Vergleich schlecht mit Glasfaserleitungen versorgt ist. Aufgrund der durchgeführten Erhebungen der Infrastruktur im Fernbereich zeigt sich, dass diese Befürchtungen unbegründet sind. Eigentümer von Glasfaserleitungen sind Telekomanbieter, Kabelnetzbetreiber, Energieversorgungsunternehmen, Eisenbahnunternehmen und Strassenbetreiber. Wie das vorgängig beschriebene Übersichtsbild zeigt, erstreckt sich ein feinmaschiges Netzwerk über den gesamten Kanton.

Anbieter wie beispielsweise die Rhätische Bahn haben je nach Streckenabschnitt freie Kapazitäten und vermieten diese an Interessierte. Zudem wird das Glasfasernetz auch zukünftig weiter ausgebaut, da die Bedürfnisse nach Bandbreiten im Festnetz wie auch dem Mobilfunk weiter steigen werden.

Im Hinblick auf eine mögliche Erschliessung von Haushalten und Unternehmen mit Glasfasern, steht im Kanton Graubünden eine gut ausgebaute und ausbaubare Fernbereichsinfrastruktur zur Verfügung.

5 Situation Breitbandversorgung in Graubünden und der Schweiz

5.1 Allgemeines

Im folgenden Kapitel wird die Breitbandversorgung im Kanton Graubünden analysiert. Dabei wird der Fokus auf die kabelgebundene Infrastruktur gelegt. Verglichen wird die Ist-Situation mit der Gesamtschweiz und einigen ausgewählten Kantonen.

5.2 Breitbandzugang Schweiz (DSL, Kabel und Mobilfunk)

Die gesamtschweizerische Abdeckung mit verschiedenen Breitbanddiensten (kabelgebundene wie auch drahtlose) ist nachfolgend dargestellt (Quelle; BAKOM, Swisscom, Ende 2009):

- ADSL-Anschlüsse sind für 98%⁸⁾ der Haushalte möglich (mindestens 0,6 MBit/s Download),
- VDSL-Anschlüsse sind für 75% der Haushalte möglich (8 MBit/s Download, bei 20 MBit/s sind es ca. 60%),
- Kabelinternet-Anschlüsse (CATV) sind für über 80%⁹⁾ der Haushalte möglich,
- Breitbandiger Mobilfunk (HSPA) ist für 90%¹⁰⁾ der Bevölkerung möglich

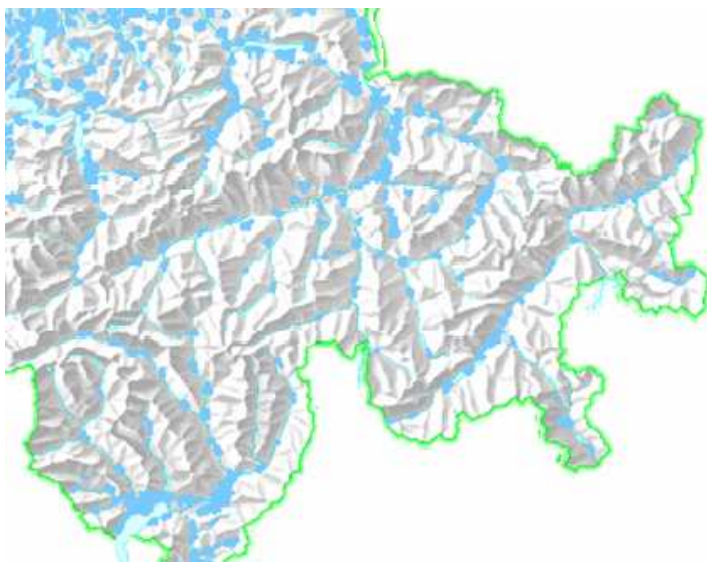


Abbildung 11 Ausschnitt für den Kanton GR aus der gesamtschweizerischen VDSL-Abdeckung (Quelle: Swisscom)

8) Gemäss der Grundversorgungskonzession zu erfüllen. In Ausnahmefällen kann die Übertragungsrate reduziert werden.

9) Über 90% aller Haushalte sind mit einem Koaxial-Kabelanschluss erschlossen. Ca. 90% davon sind breitbandfähig.

10) Für Sunrise und Orange ist die Abdeckung nicht bekannt

Ende 2008 betrug die gesamte Anzahl der Breitbandzugänge ca. 2,5 Millionen. Mit 71% (bzw. ca. 1,76 Mio.) fällt ein Grossteil der Anschlüsse auf die DSL-Technologie, während der Rest von 29% mit Kabelmodems realisiert wurde.

Die Entwicklung der Breitbandanschlüsse der letzten Jahre ist auf der Abbildung 12 dargestellt.

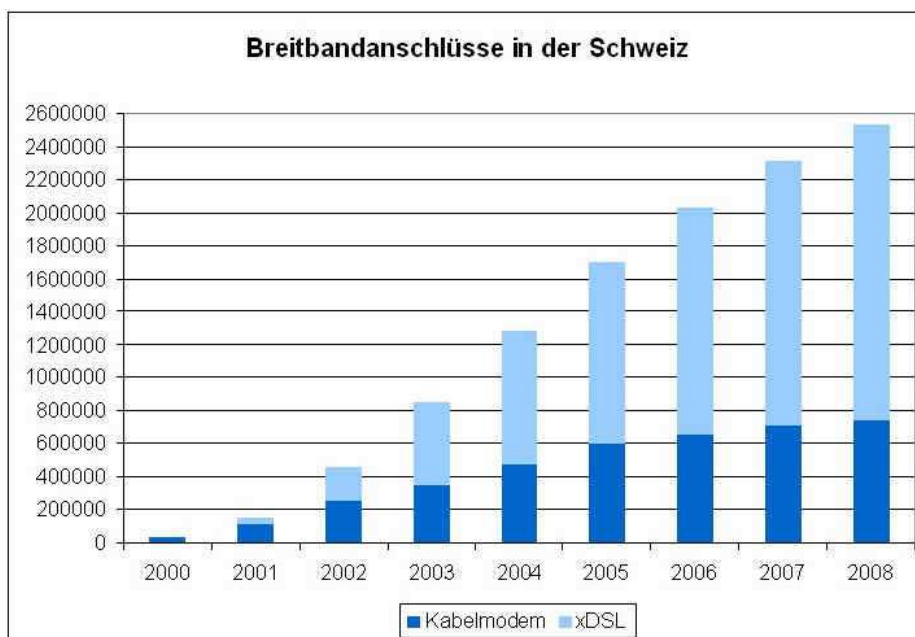


Abbildung 12: Entwicklung der Breitbandanschlüsse mit DSL und CATV (Quelle: ComCom)

5.3 Breitbandzugang Kanton Graubünden

5.3.1 Abdeckung via Kabelnetzbetreiber (Cablecom und regionale Anbieter)

Neben der schweizweit tätigen Cablecom GmbH bieten diverse regionale und lokale Kabelnetzbetreiber im Kanton Graubünden ihre Dienstleistungen an. Vergleiche die Liste im Anhang A3. Laut Swisscable (Branchenverband der Kabel-TV-Unternehmen) bedienen die regionalen und lokalen Kabelnetzbetreiber (ohne Cablecom) im Kanton rund 25'000 Haushalte. Davon können mehr als 90% einen Breitband-Internetzugang abonnieren, d.h. die Infrastruktur lässt den Betrieb eines Kabelmodems zu. Ende 2009 haben sich rund 5000 Kunden eines regionalen Anbieters für einen Breitband-Internetanschluss entschieden. Die Cablecom GmbH versorgt im Kanton Graubünden ca. 33'000 Haushalte. Diese sollen bis ins Jahre 2011 zu nahezu 100% breitbandfähig sein. In den bereits heute versorgten Gemeinden sieht Cablecom noch ein Erschliessungspotential von ca. 15%. Zur Zeit werden im Kanton Graubünden von diversen regionalen Anbietern (KNS, Grischavision, Flimscom, Ilnet, u.a.) sowie von der Firma Cablecom Breitbanddienste mit einer Datenrate von bis zu 25 MBit/s angeboten.

Statistik Haushalte

Der Kanton Graubünden hat ca. 80'000 ständig bewohnte Haushalte. Die verschiedenen Kabelnetzunternehmen (KNU) versorgen zusammen ca. 58'000 Haushalte. Damit sind ca. 72% der Bündner Haushalte mit Kabel erschlossen. Diese Zahl beruht auf der Annahme, dass alle 58'000 versorgten Haushalte ständig bewohnt sind. In Realität befindet sich jedoch auch ein gewisser Anteil an Zweitwohnungen in dieser Zahl. Damit ist die Abdeckungsquote der Erstwohnsitze etwas tiefer als 72%. Es handelt sich hier um die gleiche Unsicherheit, wie sie unter Abschnitt 5.3.2 im Bezug auf die Erschliessungszahlen der Swisscom beschrieben wird.

Die mit Kabelnetz erschlossenen Gemeinden sind im Anhang A3 aufgeführt. Der Anteil der Haushalte, welche innerhalb dieser Gemeinden effektiv ans Kabelnetz angeschlossen sind, variiert stark. Die Zahlen dazu wurden bei den Anbietern nachgefragt. In Abbildung 13 ist der prozentuale Anteil der angeschlossenen Haushalte in den Gemeinden dargestellt. Anders als bei der DSL-Technologie entsteht im Kabelnetz keine Abschwächung des Signals mit zunehmender Distanz vom Verteiler. Man kann also davon ausgehen, dass die mit Kabel erschlossenen Haushalte Datenraten von 20 MBit/s oder mehr abonnieren können.

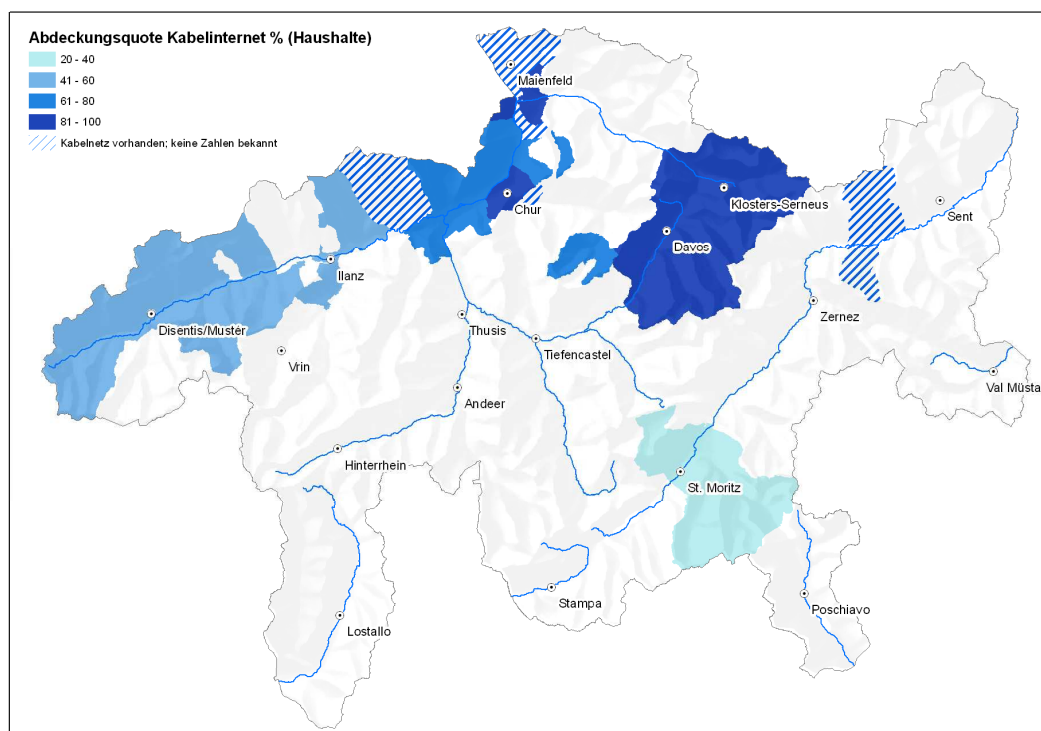


Abbildung 13 Abdeckungsquote der Haushalte über das Kabelnetz.

5.3.2 Abdeckung via DSL-Angebot (insbesondere Swisscom AG)

Im Kanton Graubünden betreibt die Swisscom 61 Ortszentralen, welche den Anschluss an Private und Unternehmen mit Telekomdienstleistungen gewährleisten. Zusätzlich hat Swisscom über 100 Quartierverteiler für die Erschliessung der Haushalte und Gewerbebetriebe mit VDSL-Diensten in Betrieb. Die Ortszentralen wie auch die Quartierverteiler sind - mit wenigen Ausnahmen - mit Glasfasern erschlossen. Die Ausrüstung zur Erbringung von DSL-Diensten wird in den entsprechenden Zentralen bzw. Quartierverteilern installiert. Je nach Leitungsqualität und -länge des Telefonkabels bieten die Anbieter¹¹⁾ dem Kunden verschieden schnelle DSL-Abo's an.

Um eine Informationsgrundlage darüber zu erhalten, wie der Stand der Versorgung mit Breitband-Internet im Kanton Graubünden ist, wurden Modellberechnungen der Abdeckung durchgeführt. Die Modellierung betrifft das Angebot, welches über die Leitungen der Swisscom erhältlich ist. Sie wird im Folgenden beschrieben. Zusätzlich werden die von Swisscom mitgeteilten Abdeckungszahlen einbezogen.

Datengrundlage

Folgende Daten bildeten die Grundlage der Analyse:

- Volkszählung 2000, Anzahl Einwohner auf dem Hektarraster (Bundesamt für Statistik),
- Betriebszählung 2005, Anzahl Arbeitnehmer auf dem Hektarraster (Vollzeitäquivalente) (Bundesamt für Statistik),
- Standorte der Swisscom-Telekomverteiler (Ortszentralen und Quartierverteiler).

Die Datengrundlage für die Zahlen, welche die Swisscom für die Versorgung angibt, ist folgende:

- Anzahl Anschlüsse, welche versorgt werden,
- Anzahl von Wohn-/Nutzeinheiten im Kanton.

Bei der Bestimmung der Anzahl Wohn-/Nutzeinheiten, welche als Bezugsgrösse für die Versorgungsquote dient, muss die hohe Zahl von Zweitwohnungen und nicht kategorisierten Wohneinheiten berücksichtigt werden (Tabelle 6).

	Wohneinheiten permanent bewohnt	Wohneinheiten zeitweise bewohnt	Wohneinheiten nicht kategori- siert	Total Wohnein- heiten
Graubünden	56%	29%	15%	100%
Schweiz	85%	5%	10%	100%

Tabelle 6: Wohneinheiten nach Typ im Kt. Graubünden und in der Schweiz (Quelle: Swisscom)

11) Swisscom, Wiederverkäufer und Anbieter mit eigener Infrastruktur auf der entbündelten Telefonleitung

Modellannahmen und Methodik

Die Qualität des Signals nimmt mit zunehmender Distanz entlang des Kupferkabels ab. Die Kabellänge wird als Luftlinie angenähert. Als Grenzwert für das Erreichen einer Download-Bandbreite von 20 MBit/s wird eine Distanz von 750m angenommen, für eine Bandbreite von 8 MBit/s 2000m und für eine Bandbreite von 4 MBit/s 4000m. Diese Annahme führt aus zwei Gründen zu einem eher optimistischen Modell: Der Verlauf des Kabels entspricht nicht genau der Luftlinie, je nach Kabelführung ist die Kabellänge grösser. Ausserdem kann es vorkommen, dass ein natürliches Hindernis (z. B. eine Schlucht) die angenommene direkte Verbindung zwischen Verteiler und Signalempfänger unmöglich macht.

In den Volks- und Betriebszählungsdaten, welche die Grundlage für diese Analyse bilden, sind die erhobenen Zahlen räumlich aggregiert auf ein regelmässiges Punktraster mit einem Abstand von 100m, das sogenannte Hekarraster. Die Punkte des Hektarrasters werden, abhängig von der Distanz zum nächstgelegenen Telefonverteiler, einer der oben definierten Distanzkategorien zugeteilt. Die den Punkten zugeteilten Personenzahlen gelangen dadurch in die entsprechende Bandbreitenkategorie und werden innerhalb der Regionen aufsummiert.

Zahlen zur Versorgung über das Netz der Swisscom

Für den Kanton als Ganzes ergeben sich aufgrund unserer Untersuchung die Zahlen gemäss Tabelle 7.

Distanz zu Verteiler	< 750 m	< 2000 m	< 3000m	< 4000m	< 6000m
Bandbreite	≥20 MBit/s	>8 MBit/s		>4 MBit/s	
Einwohner	137'300	174'400	183'700	187'700	189'700
% der Bevölkerung	72	92	97	99	99.9

Tabelle 7: Breitbandversorgung der Einwohner Graubündens (Modellberechnungen ohne Berücksichtigung von Kabelnetzen)

Die resultierenden Werte sind höher als die Angaben, welche die Swisscom zu ihrer Abdeckung macht (Tabelle 8). Dies hängt einerseits damit zusammen, dass das Modell wie oben beschrieben etwas zu optimistisch ist. Andererseits ist es für die Netzbetreiber im Kt. Graubünden aufgrund des hohen Zweitwohnungsanteils (vgl. Tabelle 6) schwierig, eine aussagekräftige Zahl zur Abdeckung zu berechnen. Dies liegt daran, dass ein Anschluss nicht als Erstwohnsitz oder Zweitwohnsitz identifiziert wird, und somit die Berechnungsgrundlage nicht eindeutig ist. Wenn die Zahl der Anschlüsse auf alle Nutzeinheiten bezogen wird, ist die Schätzung zu pessimistisch, bei Verwendung nur der permanent bewohnten und der Geschäftseinheiten zu optimistisch. In

Tabelle 8 sind jeweils beide Werte aufgeführt und bilden damit einen Bereich innerhalb dessen sich der reale Anteil befindet.

Bandbreite	≥20 MBit/s	≥8 MBit/s	<8 MBit/s
% der Nutzeinheiten	43-71	57-95	15-25

Tabelle 8: Breitbandabdeckung der Bündner Nutzeinheiten. Die Bezugsgrössen sind alle Nutzeinheiten (kleinere %-Zahl) resp. permanent bewohnte Einheiten plus Geschäftseinheiten (grössere %-Zahl). Angaben von Swisscom.

Werden die berechneten Abdeckungsdaten auf Stufe der Regionen aggregiert, ergibt sich das Bild von Abbildung 14 und Abbildung 15. Es zeigt sich, dass die Abdeckung in mehreren Regionen sehr gut ist. Darunter sind die städtischen Gebiete im Churer Rheintal sowie die touristisch bedeutenden Regionen Davos und Oberengadin. Die Abdeckung des Val Müstair zeigt aber, dass z. T. auch periphere Regionen über ein sehr gutes Angebot verfügen. Andere ländliche Regionen wie die Surselva, das Calancatal und Mittelbünden weisen jedoch relativ hohe Anteile an Einwohnern auf, denen eine Bandbreite von weniger als 8 MBit/s offen steht. Zumindest teilweise können die Unterschiede durch die Siedlungsstruktur erklärt werden. Eine Konzentration der Einwohner in den Dörfern vereinfacht die Versorgung gegenüber einer dispersen Siedlungsstruktur. In dieser Hinsicht ist die Struktur Graubündens kein Nachteil: Anders als die geringe Einwohnerdichte suggeriert, konzentriert sich der Grossteil der Einwohner auf relativ kleiner Fläche in den Tälern. Die Siedlungsstruktur in den ländlichen Regionen des Schweizer Mittelandes stellt teilweise eine weniger günstige Voraussetzung dar.

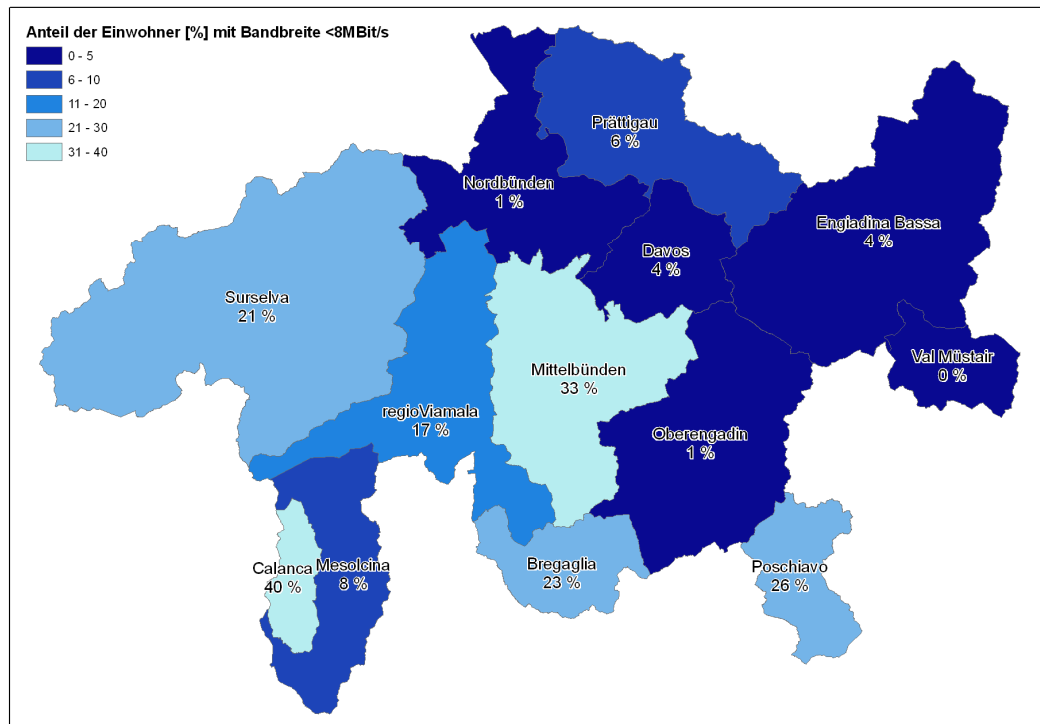


Abbildung 14: Breitbandabdeckung (<8 MBit/s) in den Regionen Graubündens
(Modellberechnungen ohne Berücksichtigung von Kabelnetzen)

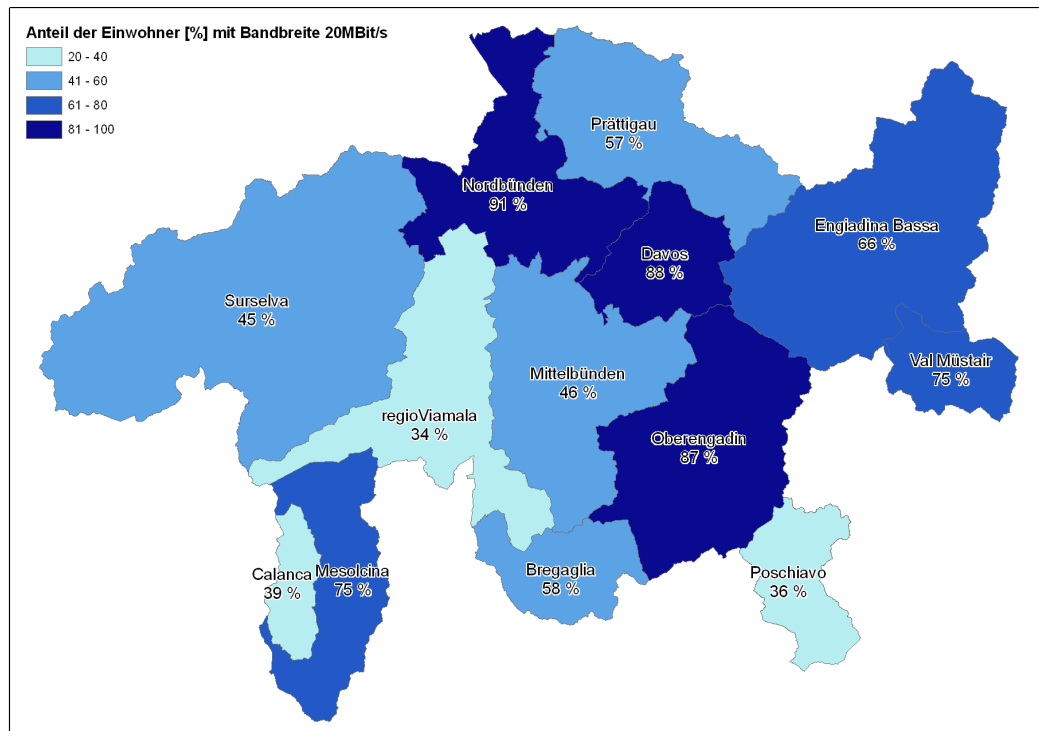


Abbildung 15: Breitbandabdeckung (≥ 20 MBit/s) in den Regionen Graubündens
(Modellberechnungen ohne Berücksichtigung von Kabelnetzen)

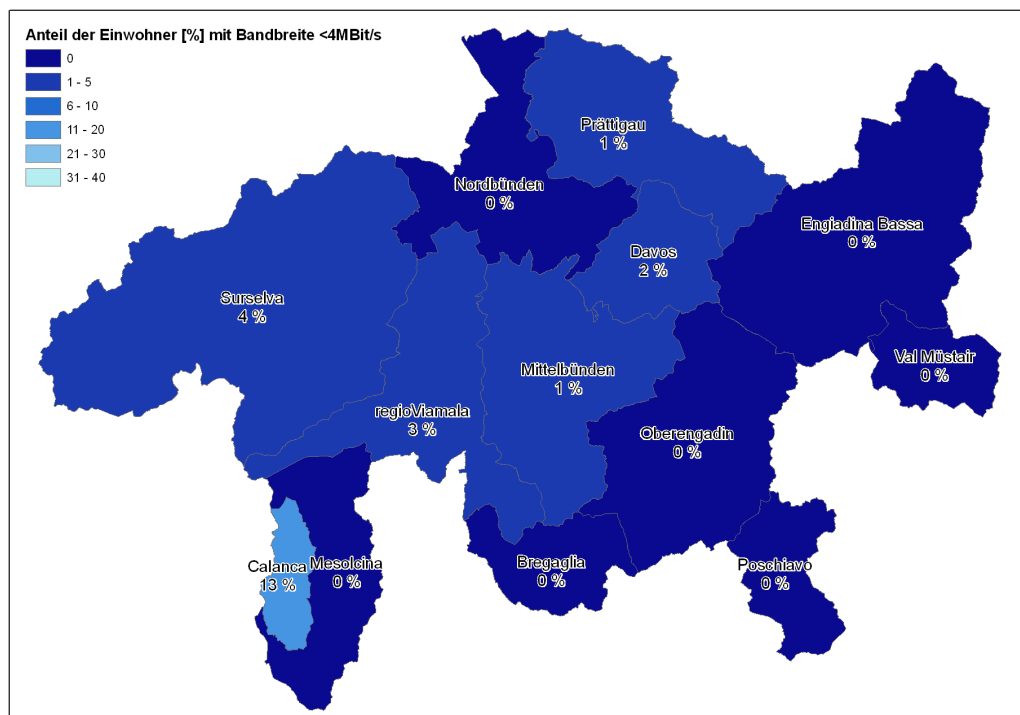


Abbildung 16: Breitbandabdeckung (<4 MBit/s) in den Regionen Graubündens
(Modellberechnungen ohne Berücksichtigung von Kabelnetzen)

In Tabelle 9 sind neben den prozentualen Werten auch die absoluten Zahlen an Einwohnern aufgeführt. Mit 5369 sind am meisten Einwohner in der Surselva mit einer Bandbreite von weniger als 8 MBit/s erschlossen. In die Kategorie <4 MBit/s fallen für den ganzen Kanton nur ca. 2200 Einwohner, bzw. etwa 1% der Bevölkerung. Bei 4 MBit/s ist ein normaler Internetgebrauch möglich (vgl. Tabelle 3). Den höchsten Absolutwert verzeichnet auch hier die Surselva, mit 1100 Einwohnern. Die regionale Verteilung der Abdeckung mit <4 MBit/s ist auch in Abbildung 16 ersichtlich.

Einwohner		Anzahl Einwohner mit Bandbreite..				Anteil Einwohner [%] mit Bandbreite..			
Name Region	Gesamt	≥20 Mbit/s	≥8 Mbit/s	<8 Mbit/s	<4 Mbit/s	≥20 Mbit/s	≥8 Mbit/s	<8 Mbit/s	<4 Mbit/s
Bregaglia	1561	910	1207	354	6	58	77	23	0
Calanca	856	335	517	339	113	39	60	40	13
Davos	11856	10443	11365	491	185	88	96	4	2
Engiadina Bassa	7408	4919	7100	308	10	66	96	4	0
Mesolcina	6826	5141	6285	541	18	75	92	8	0
Mittelbünden	8431	3898	5629	2802	110	46	67	33	1
Nordbünden	75671	68946	74627	1044	13	91	99	1	0
Oberengadin	17511	15171	17361	150	45	87	99	1	0
Poschiavo	4504	1600	3345	1159	7	36	74	26	0
Prättigau	15157	8620	14258	899	79	57	94	6	1
regioViamala	12690	4373	10584	2106	432	34	83	17	3
Surselva	25810	11704	20441	5369	1101	45	79	21	4
Val Müstair	1654	1233	1654	0	0	75	100	0	0
Kt. Graubünden	189935	137293	174373	15562	2119	72	92	8	1

Tabelle 9: Breitbandabdeckung der Einwohner nach Regionen (Modellberechnungen ohne Berücksichtigung von Kabelnetzen)

Identifizierung von Siedlungen mit unterdurchschnittlicher Versorgung

Um Siedlungsteile oder Dörfer mit einer unterdurchschnittlichen Breitbandversorgung zu identifizieren, wurde auf Basis der oben beschriebenen Modellergebnisse eine zusätzliche Analyse durchgeführt. Dabei wurden die Stellen in Graubünden lokalisiert, an denen in einem umgebenden Rechteck von 300x300m mindestens 50 Personen wohnen und gleichzeitig gemäss obi-

ger Modellierung die verfügbare Bandbreite kleiner als 8 MBit/s ist. Das Ergebnis dieser Auswertung ist in Tabelle 10 dargestellt.

Grössenklasse (Einwohner)	Anzahl Siedlungen	Anzahl Einwohner
50 – 99	35	2502
100 – 149	23	2684
150 – 199	7	1219
200 – 276	5	1243
Total	70	7648

*Tabelle 10: Siedlungen mit unterdurchschnittlicher Breitbandabdeckung
(Modellberechnungen ohne Berücksichtigung von Kabelnetzen).*

Wenn der Grenzwert bei 4 anstatt 8 MBit/s festgelegt wird, bleiben nur noch 10 Siedlungen mit knapp 1000 Einwohnern übrig.

5.3.3 Kombinierte Abdeckung (Kabel und DSL)

Da die Internet-Versorgung hauptsächlich über die zwei Netze der Swisscom sowie der Kabelunternehmen führt, interessiert natürlich auch die kombinierte Abdeckung durch diese beiden Kanäle. Die Abdeckungsquoten der zwei Anbieter lassen sich jedoch nicht einfach addieren. Ein kleines Beispiel zur Illustration: Gemäss den oben aufgeführten Zahlen sind in einer Region 50% der Haushalte am Kabelnetz und 50% der Haushalte verfügen über eine Swisscom-Leitung mit >8MBit/s. Es ist nun möglich, dass die Hälfte der Haushalte beide Technologien zur Verfügung hat, die andere Hälfte keine von beiden. Andererseits kann es auch sein, dass sich die beiden Anteile nicht überlappen und so zusammen 100% der Haushalte ergeben. Die Realität liegt irgendwo dazwischen, eine fundierte Aussage ist auf Grund der Datenlage aber nicht möglich.

Die Karte in Abbildung 17 zeigt die kombinierte Abdeckung. Von den Regionen mit einer niedrigeren Swisscom-Abdeckungsquote ist nur die Surselva zu einem bedeutenden Teil mit Kabelnetz erschlossen. Ansonsten gilt generell: Gebiete mit einer guten Abdeckung durch die Swisscom verfügen eher über ein Kabelnetz als solche mit einer weniger guten Abdeckung.

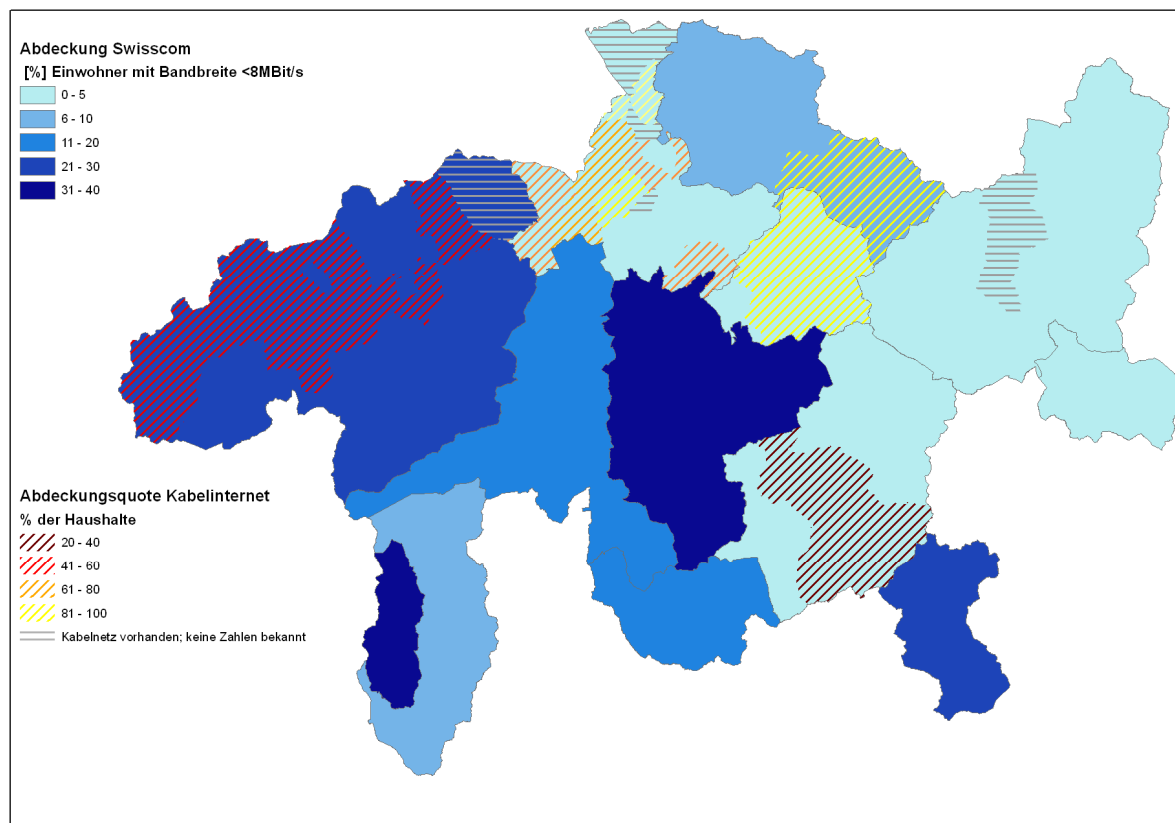


Abbildung 17: Kombinierte Breitbandabdeckung durch das DSL- und Kabelnetz

5.3.4 Abdeckung Digitales Fernsehen

Das Fernsehsignal kann über verschiedene Medien zu den Endkunden übermittelt werden. Einerseits drahtlos - empfangbar über eine Dach-, Zimmer- oder Satellitenantenne - oder drahtgebunden über das Kabelnetz oder eine DSL-Verbindung.

In diesem Kapitel wird als Ergänzung zu den drahtgebundenen Fernseh-Angeboten die Situation beim digitalen Fernsehen kurz erläutert. Das digitale Fernsehen (DVB-T) ist über eine Dach- oder Zimmerantenne empfangbar.

Im Kanton Graubünden wurden für eine flächendeckende Versorgung der Bevölkerung über 50 Sendestandorte eingerichtet. Daraus resultiert eine Abdeckung von 95% der Bündner Haushalte durch die Teleraetia AG¹²⁾.

12) Im Jahre 2006 haben die Teleraetia AG und die Swisscom Broadcast AG fusioniert.

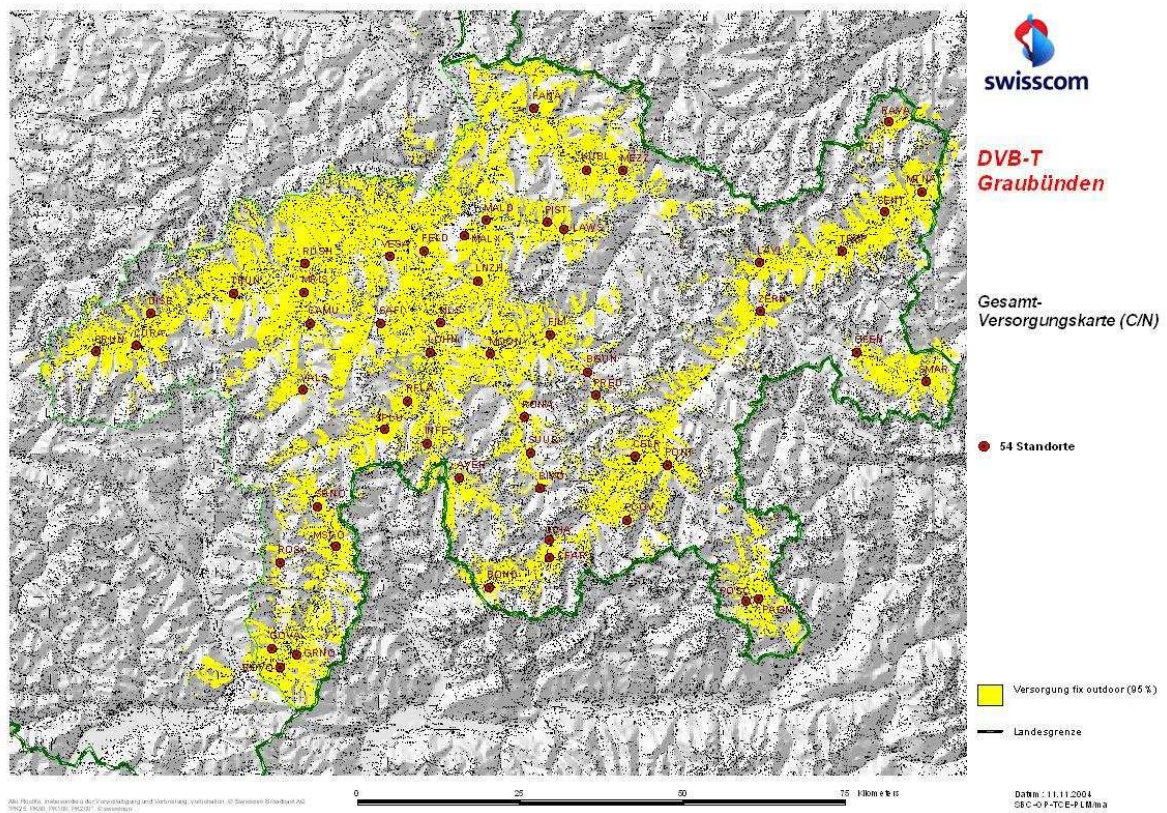


Abbildung 18 Abdeckung Digital TV der Teleraetia AG

5.4 Versorgung der Arbeitsstellen via DSL-Angebot

Die Versorgung der Arbeitsstellen mit Breitbandinternet auf Basis der DSL-Technologie ist besser als diejenige der Wohnbevölkerung: In Tabelle 11 ist aufgeführt, wie sich die Arbeitsstellen auf die verschiedenen Bandbreitenkategorien verteilen. Die Werte sind bei den Kategorien 20 MBit/s sowie >8MBit/s jeweils um 2 Prozentpunkte besser als bei der Abdeckung der Einwohner. Firmen mit eigener Glasfaser- oder Kabelleitung sind in dieser Auswertung nicht erfasst. Die Modellberechnungen führen darum in Bezug auf die Erschliessung von Arbeitsplätzen zu einem zu pessimistischen Bild.

Bandbreite	≥20 MBit/s	≥8 MBit/s	<8 MBit/s
Anteil Arbeitsstellen in %	74	94	6

Tabelle 11: Anteilsmässige Versorgung der Arbeitsstellen mit Breitbandinternet (Modellberechnungen ohne Berücksichtigung von Kabelnetzen und Glasfaseranschlüssen).

Die regionale Verteilung zeigt ein sehr ähnliches Bild wie die Abdeckung der Wohnbevölkerung. In Abbildung 19 sind die prozentualen Anteile der Arbeitsstellen aufgeführt, welche ein Breitbandangebot von weniger als 8 MBit/s zur Verfügung haben.

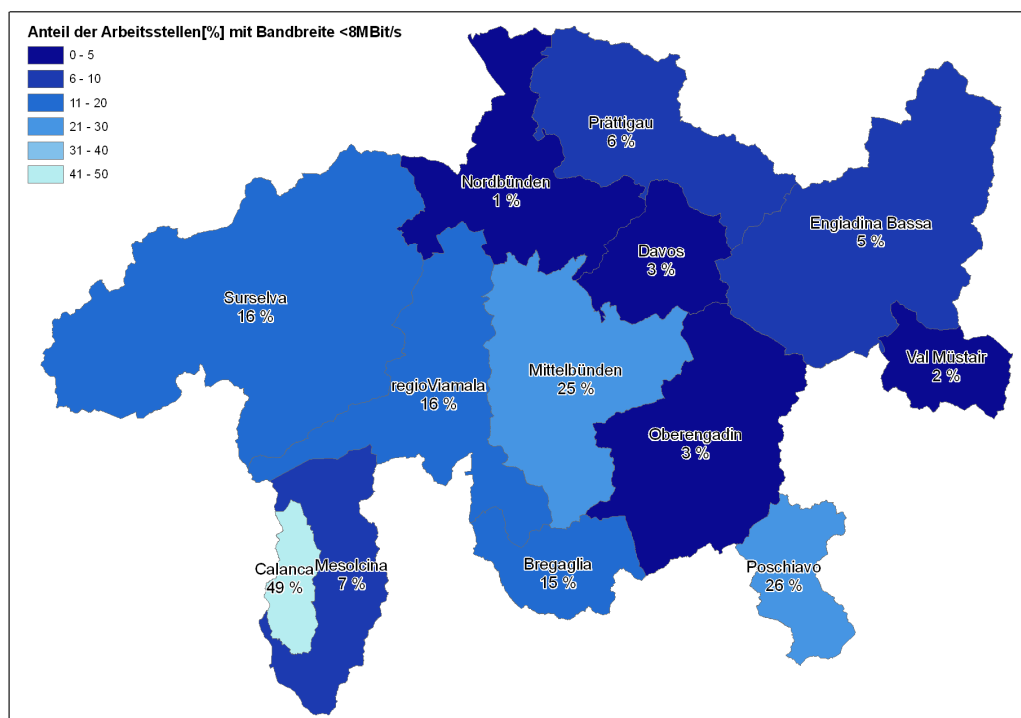


Abbildung 19 Breitbandabdeckung (<8 MBit/s) in den Regionalverbänden Graubündens bezogen auf Arbeitsstellen (Modellberechnungen ohne Berücksichtigung von Kabelnetzen und Glasfaseranschlüssen).

Die Bedürfnisse der kleinen Unternehmen bezüglich Bandbreitenbedarf sind vergleichbar mit privaten Haushalten, welche beispielsweise über den DSL-Anschluss das Fernsehsignal beziehen. Geschäftskunden mit grossem Bandbreitenbedarf werden bereits heute mit einem Glasfaseranschluss von einem Kabelnetzunternehmen oder einem Festnetzanbieter versorgt. Über den Preis der Glasfaser-Erschliessung von Firmen sind keine Informationen erhältlich. Liegt eine Firma aber nur einige Hundert Meter von einem Glasfaseranschluss entfernt und berücksichtigt man die im Kapitel 2.8 aufgeführten Erschliessungskosten, so dürfte die Erschliessung mit grossen Bandbreiten (FTTH oder Kabelnetz) auch für kleinere Firmen tragbar sein. Insbesondere besteht an solchen Standorten, in Bezug auf Bandbreiten-Erschliessung, kein Wettbewerbsnachteil zur Situation im Unterland, da die VDSL-Abdeckung dort nicht generell besser ist. Demzufolge kann grob gesagt werden, dass Firmen, in oder am Rand von Siedlungen mit mehr als 200-300 Einwohnern, gut mit VDSL erschlossen sind und bei Bedarf an eine Glasfaserleitung oder ein Kabelnetz angeschlossen werden können.

5.5 Ausblick Netzausbau im Kt. Graubünden

Kabelnetzbetreiber

Die Kabelnetzbetreiber investieren laufend in die Aufrüstung der bestehenden Netzinfrastruktur. Dies mit dem Ziel auf dem gesamten Netz auch Datendienste (Internetzugang) anbieten zu können und in bereits versorgten Gebieten die Datenraten durch neue Technologien zu erhöhen. Wie bereits erläutert sind bereits heute Downloadraten von bis 100 MBit/s mit der DOCSIS 3.0-Technik möglich.

Neue Siedlungen oder Häuser werden je nach Bedürfnis der Kunden erschlossen. Cablecom - sowie weitere regionale Anbieter - haben in den geführten Interviews die Bereitschaft zur Prüfung solcher Anfragen geäußert.

Festnetzanbieter (DSL, Glasfaser auf der 'letzten Meile')

Auch die klassischen Festnetzanbieter bauen ihre Netzwerkinfrastrukturen laufend aus. Die alternativen Anbieter (v.a. Sunrise) installieren - basierend auf wirtschaftlichen Kriterien - in den Swisscom-Verteilpunkten eigene Netzwerkkomponenten. Dies um weiteren Kundengruppen eigene Netzwerkdienste auf DSL-Basis anbieten zu können.

Die Swisscom erschliesst weitere Gemeinden - oder Teile davon - mit Breitbandinternet auf VDSL-Basis. Zu den derzeitigen Verteilpunkten (61 Ortszentralen und 119 VDSL-Verteiler) kommen im Jahre 2010 sechs neue dazu. Weiter sind ca. zwei Dutzend Gemeinden mit der Swisscom in Verhandlung, um die Zugangsgeschwindigkeit bei der Breitbandversorgung zu verbessern. Dies bedingt das Bauen von Verteilpunkten, welche nahe bei den Endkunden liegen.

Die Gemeinde Thusis wird ein flächendeckendes Glasfasernetz erhalten, welches bis zu den Endkunden reichen wird (FTTH). Diese Erschliessung erfolgt ausschliesslich durch die Firma Swisscom. Folgende Gründe waren für dieses Projekt ausschlaggebend:

- Die heutige Versorgungssituation mit langen Kupferleitungen ist ungenügend, es musste sowieso etwas gemacht werden,
- Die Gemeinde ist auf Swisscom zugegangen,
- Swisscom will neben städtischen Projekten auch Erfahrungen in Dörfern sammeln (Vorgehen, Kosten).

Die Erschliessung bis in den Keller der Gebäude (Hauseinführung) wird durch Swisscom gebaut und finanziert. Die Erschliessung der Wohnung erfolgt wenn ein Service bei Swisscom bestellt wird, in diesem Fall übernimmt Swisscom die Erschliessungskosten vom Keller zur Wohnung. Es wird ein 4-Faser-Kabel installiert.

5.6 Fazit Abdeckung im Kt. Graubünden

5.6.1 Kabelnetz

Die Erschliessung des Kantons Graubünden mit einem Kabelnetz ist im Vergleich zur Schweiz tiefer. Während in Graubünden ca. 72% der Haushalte angeschlossen sind, liegt die Quote schweizweit bei über 90%¹³⁾. Momentan beschränkt sich die Entwicklung des Kabelnetzes eher auf den Feinausbau in schon erschlossenen Gemeinden. Die Investitionen zur Erschliessung neuer Gemeinden sind gross und teilweise wirtschaftlich wenig attraktiv. Die Struktur im Kabelbereich mit diversen regionalen Kabelnetzbetreibern ist für ein Wachstum nicht förderlich.

5.6.2 DSL-Netz

Die Versorgung der Bündner Bevölkerung und Wirtschaft mit Breitbanddiensten über das DSL-Netz liegt etwa im schweizerischen Durchschnitt. Die Daten, welche die Swisscom zu diesem Thema liefert, ermöglichen einen Vergleich mit dem Landesdurchschnitt sowie mit anderen Kantonen (Tabelle 12). Es sind dies die gleichen Zahlen, die schon in Tabelle 8 für den Kanton Graubünden gezeigt wurden. Diese Daten weisen eine Unsicherheit wegen der Bezugsgrösse an Wohn-/Nutzeneinheiten auf. Trotzdem können daraus folgende Schlüsse gezogen werden:

- Die Versorgung von Graubünden entspricht etwa dem schweizerischen Durchschnitt,
- Bei sehr hohen Bandbreiten (20 Mbit/s) liegt Graubünden tendenziell eher über dem schweizerischen Durchschnitt,
- Bei geringen Bandbreiten (< 8 Mbit/s), schneidet Graubünden im schweizerischen Vergleich tendenziell etwas schlechter ab.

Kanton	20 Mbit/s	≥8 Mbit/s	<8 Mbit/s
Graubünden	43-71%	57-95%	15-25%
Thurgau	50-55%	71-78%	13-14%
Wallis	36-55%	52-80%	11-18%
Zürich	44-46%	70-72%	12%
Schweiz	48-56%	69-80%	12-14%

Tabelle 12: Anteil der Nutzeneinheiten, welche mit den entsprechenden Bandbreiten erschlossen sind. Der Grenzen der jeweiligen Wertebereiche entsprechen pessimistischen und optimistischen Annahmen (Quelle Swisscom).

13) Vgl. Medienmitteilung von Swisscable vom 2. Februar 2010.

Die durchgeführten Modellierungen der Abdeckung liefern generell optimistischere Resultate. Hervorzuheben ist der Befund, dass nur ca. 1% der Einwohner eine Bandbreite von weniger als 4 MBit/s zur Verfügung hat. Eine solche Bandbreite ermöglicht normalen Internetgebrauch und entspricht, gemäss Angaben der Swisscom ungefähr dem, was momentan durchschnittlich bestellt wird. Man kann sicher sagen, dass momentan höchstens ein kleiner einstelliger Prozentbetrag der Bündner Bevölkerung nicht auf einen 'normal' schnellen Internetanschluss zugreifen kann.

Die Analyse der Breitbandversorgung hat ergeben, dass die Versorgung der Arbeitsstellen besser ist als diejenige der Bevölkerung. Dies ist generell so und hat unter anderem damit zu tun, dass die Arbeitsstellen stärker auf die zentralen gut erschlossenen Lagen konzentriert sind. Kleine Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern, die eher noch abseits der Zentren vorhanden sind, sind von den Bedürfnissen und Möglichkeiten her mit Haushalten vergleichbar. Grössere Unternehmen haben die Möglichkeit, mit Internetanbietern individuelle Angebote auszuhandeln, inkl. direkter Anknüpfung an eine Hauptleitung.

5.6.3 Allgemein

Kabelnetzabdeckung und DSL-Abdeckung sind in der Regel nicht komplementär: Wo ein Kabelnetz vorhanden ist, ist auch die Abdeckung über das DSL-Netz meist gut. Eine deutliche Ausnahme bildet die Surselva mit einem ausgedehnten Kabelnetz bei eher geringer DSL-Abdeckung.

Verschiedene Beispiele der letzten Zeit haben gezeigt, dass eine bessere Erschliessung häufig auf Initiative von Gemeinden realisiert wird. Dabei geht es sowohl um den Anstoss von Projekten zum Ausbau als auch um die finanzielle Beteiligung daran.

6 Erkenntnisse und Empfehlungen

6.1 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Glasfasern im Fernbereich:

- Der Kanton Graubünden ist mit Glasfasern im Fernbereich gut erschlossen, vgl. Fazit in Kap. 3.3,
- Erschliessung von Unternehmen mit Glasfaseranschlüssen durch Kabelnetzbetreiber oder klassische Festnetzanbieter ist bei Bedarf gewährleistet. Geschäftskunden mit einem grossen Bandbreitenbedarf werden im ganzen Kantonsgebiet bereits heute direkt mit Glasfaser-Anschlüssen versorgt.

Breitband Abdeckung (Ist und Zukunft):

- Kabelnetzbetreiber: Abdeckung ist im Vergleich zur Schweiz geringer (72% im Vergleich zu 90%),
- Kabelnetzbetreiber: Ausbau in erster Priorität innerhalb von bereits erschlossenen Ortschaften,
- Breitband mit DSL-Technik: Ca. im Schweizer Durchschnitt,
- Breitband mit DSL-Technik: Ca. 1% der Einwohner mit Bandbreite kleiner als 4 MBit/s,
- Ortszentralen der Swisscom sind zu fast 100% mit dem Glasfasernetz verbunden (Fernbereich), was den Einsatz von VDSL ermöglicht,
- Wirtschaftlich attraktive Regionen werden zügig erschlossen, Randregionen zum Teil nur bei finanzieller Beteiligung durch Gemeinden,
- Der Kanton ist flächendeckend mit Digitalem Fernsehen (DVB-T) abgedeckt. Abdeckung von 95% mit Hilfe von 52 Senderstandorten,
- Thusis ist die erste Bündner Gemeinde, die flächendeckend ein Glasfasernetz (FTTH) erhält.

Netze und Technologien:

- Haushalte mit Kabelnetzanschluss werden auch mittelfristig (2020) genügend Bandbreite abonnieren können,
- Der VDSL-Ausbau wird punktuell weitergetrieben,
- Sunrise und weitere Telekomfirmen werden eigene DSL-Angebote lancieren (Entbündelung von weiteren Ortszentralen wird weitergeführt),
- Bei der VDSL-Technologie werden keine nennenswerten Leistungssteigerungen erwartet, mindestens für die nächsten fünf Jahre (evtl. auch länger) dürfte die VDSL-Technologie, trotz steigendem Bandbreitenbedarf, ausreichend sein,
- Mobiler Breitbandzugang (4. Generation Mobilfunk) ist eine mögliche Alternative für die Erschliessung von ländlichen Regionen.

6.2 Empfehlungen

Die Breitbandversorgung ist in Graubünden etwa gleich wie im schweizerischen Durchschnitt. Aus dieser Situation ergibt sich im Augenblick kein akuter Handlungsbedarf. Allerdings verändert sich die Situation im Bereich der Breitbanderschliessung rasch, vor diesem Hintergrund sind die nachfolgenden Empfehlungen zu sehen:

1 FTTH nicht mit kantonalen Massnahmen extra forcieren:

Die Ist-Situation der Breitbandversorgung fordert aktuell keine kantonalen Massnahmen im Bereich FTTH. Insbesondere ist es nicht sinnvoll wenn kantonale Mittel in einen Ausbau investiert werden, da es heute für Private keine Anwendungen gibt die FTTH benötigen.

2 Die Situation aktiv weiterverfolgen:

Der vorliegende Bericht ist eine Momentaufnahme. Es werden in naher Zukunft neue Erkenntnisse dazukommen, die es im Hinblick auf die Auswirkungen in Graubünden auszuwerten gilt. Es sind dies in erster Linie:

- Der Bundesrat wird Mitte 2010 dem Parlament einen Bericht zur Entwicklung des schweizerischen Fernmeldemarktes vorlegen. Einer der zu beantwortenden Fragen dreht sich um das Thema, ob der Glasfaserausbau einer Regulierung bedarf. Dieser Bericht wird eine politische Diskussion auslösen, die genau zu beobachten und so weit wie möglich zu beeinflussen ist.
- Die Erfahrungen aus den verschiedenen FTTH-Projekten in der Schweiz sind weiterhin zu beobachten. Für Graubünden sind insbesondere auch die Erfahrungen aus dem Projekt in Thusis von Interesse.

3 Bundespolitik beeinflussen:

Grundsätzlich ist zuerst der Bericht des Bundesrates abzuwarten. Trotzdem zeichnen sich zwei Bereiche ab in denen auf Ebene der Bundespolitik Handlungsbedarf angezeigt ist, die Neudefinition der Grundversorgung und die Förderung von Mobilfunklösungen in ländlichen Regionen:

- Neudefinition der Grundversorgung: Die heutige Definition ist nicht mehr zeitgemäss, eine Erhöhung der Bandbreite ist überfällig. Angesichts des raschen technischen Wandels sollte die minimale Bandbreite nicht als Zahl angegeben werden, sondern sich am Stand der Entwicklung und an konkreten Anwendungen orientieren. Die Anpassung an diese Entwicklung sollte im Grundsatz auf Gesetzesstufe geregelt sein, die laufende Anpassung sollte aber ohne eine schwerfällige Gesetzesrevision möglich sein. Bei der Neudefinition der Grundversorgung ist auch eine Abstufung zu prüfen indem z.B. für 99% der Bevölkerung eine höhere Grundversorgung gefordert wird und für 1% eine etwas tiefere Grundversorgung möglich ist.

- Mobilfunklösungen fördern: Für sehr dünn besiedelte Gebiete oder abgelegene Einzelbauten sind Mobilfunklösungen eine Möglichkeit für einen Breitbandanschluss. Es wäre wichtig rasch Erfahrungen mit dieser Technik zu sammeln. Durch die Unterstützung und Auswertung von Pilotprojekten könnten entsprechende Erfahrungen gemacht werden, die auch für die Neudefinition der Grundversorgung von Nutzen wären.

4 Breitbanderschliessung verbessern:

Auch wenn die aktuelle Breitbanderschliessung etwa dem schweizerischen Durchschnitt entspricht so ist eine laufende Verbesserung nötig. Erstens bleibt die Entwicklung nicht stehen und zweitens sind kleinere Siedlungen z.T. schlecht erschlossen. Eine wichtige Rolle können dabei die Gemeinden spielen, indem sie auf Telekomfirmen oder Kabelnetzbetreiber zugehen und so Projekte anstossen.

Bei der Verbesserung der Erschliessung steht in den nächsten Jahren zwei Stossrichtungen im Vordergrund:

- Kleinere Siedlungen (Fraktionen) sollten per Festnetz erschlossen werden,
- Für abgelegene Einzelbauten und Kleinstsiedlungen sind Mobilfunklösungen näher zu prüfen und in Pilotprojekten zu testen.

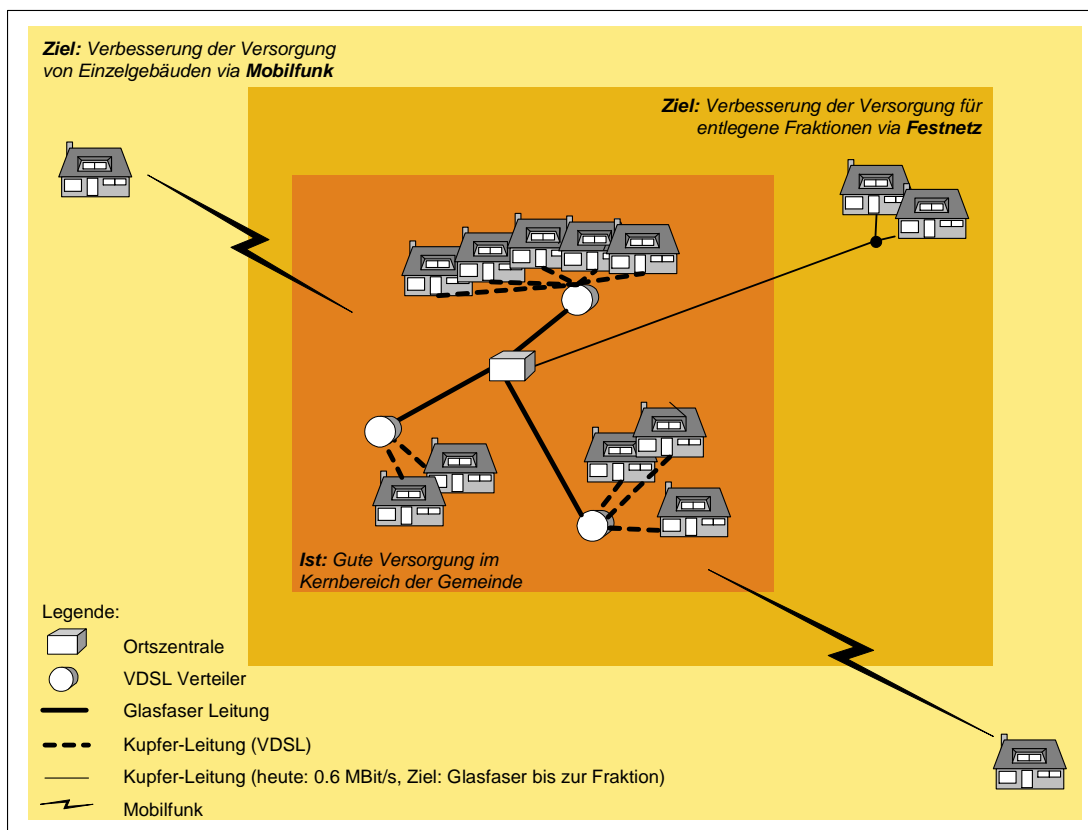


Abbildung 20 Verbesserung der Breitbandabdeckung durch Anpassen der Grundversorgung (Festnetz für entlegene Fraktionen, Mobilfunk für Kleinstsiedlungen und entlegene Einzelbauten)

5 Bei Tiefbauarbeiten Anforderungen für Glasfaserinfrastruktur mit einbeziehen:

Bei Tiefbauarbeiten sollen wenn immer möglich die Anforderungen an eine Glasfaserverkabelung zu den einzelnen Gebäuden berücksichtigt werden. Dabei sollen die Leerrohre und evtl. auch die notwendigen Schächte für einen späteren einfachen Glasfaserausbau vorgesehen werden. Teilweise wird diesem Aspekt bereits heute Beachtung geschenkt.

Solche Vorbereitungsmaßnahmen bieten sich an, um einen effizienten Einsatz von Ressourcen bei Tiefbauarbeiten zu erzielen. Langfristig kann der Zugang für das EVU zum Endkunden via Glasfaserleitungen von Interesse sein. Einerseits bietet sich dadurch die Gelegenheit die Angebotspalette mit Telekomdienstleistungen zu erweitern und andererseits um die Stromnetze 'intelligenter' zu gestalten. Dabei werden über die Glasfaserleitungen Daten über den aktuellen Stromsitzuation (Tarife, Strombedarf, Stromangebot) zwischen dem Produzenten und Verbraucher ausgetauscht. Die Fachbegriffe dazu sind 'smart grid' und 'smart metering'.

Eine Möglichkeit, die Anforderungen an die Glasfaserinfrastruktur bei Tiefbauarbeiten besser zu berücksichtigen besteht über die Instrumente der Raumplanung. So könnten die Grundsätze auf Ebene Richtplan festgehalten werden, während im Musterbaugesetz oder im Mustererschliessungsreglement präzise technische Vorgaben eingefügt werden könnten.

6 Aktiven Informationsaustausch pflegen:

Angesichts des sich rasch wandelnden Umfeldes ist ein aktiver Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Akteuren wichtig. Folgende Massnahmen sind näher zu prüfen:

- Runden Tisch einrichten: Unter Federführung des Kantons treffen sich die wichtigen Akteure ca. zweimal pro Jahr zu einem Informationsaustausch. Beteiligt wären in erster Linie die Telekommunikationsfirmen, Kabelnetzbetreiber und Elektrizitätsversorgungsunternehmen. Der Runde Tisch dient dem Informationsaustausch, des Weiteren können z.B. auch Empfehlungen zu Handen von Gemeinden in diesem Gremium besprochen werden. Der Kanton Bern hat einen solchen Runden Tisch erfolgreich eingerichtet.
- Empfehlungen zu Handen von Gemeinden: Denkbar sind z.B. Empfehlungen für Gemeinden die Ihre Breitbanderschliessung verbessern wollen. Die Empfehlungen können in schriftlicher Form erfolgen oder in Form von Veranstaltungen in denen auch die Erfahrungen der Gemeinden einfließen können.

A1 Abkürzungsverzeichnis - Glossar

4G	Vierte Mobilfunkgeneration, Nachfolger von UMTS (Projektname 'LTE')
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line; Asymmetrische Breitbandtechnologie über einfache Kupferkabel. Die Datenübertragungsraten in Sende- und Empfangsrichtung sind unterschiedlich.
Bandbreite	Auch Datenübertragungsrate genannt. Datenmenge pro Zeit (MBit/s, GBit/s)
Breitband-Internet	Bezeichnet einen schnellen Zugang zum Internet mittels DSL, CATV oder FTTH. Diese Bezeichnung gilt für Datenübertragungsraten ab 256 KBit/s.
CATV	Community Antenna Television; Netze der Kabelnetzbetreiber. Diese wurden ursprünglich für die Verbreitung von Radio- und Fernsehsignalen errichtet.
Cloud Computing	"Rechnen in der Wolke". Bezug von Rechenleistung, Speicherkapazität und Applikationen aus einem globalen Netzwerk.
ComCom	Eidgenössische Kommunikationskommission
Datenrate	Gibt an wie viel Bits pro Sekunde (z.B. KBit/s oder MBit/s) übertragen werden. Andere Begriffe sind Übertragungsgeschwindigkeit und Bandbreite.
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification; Übertragungsstandard für Kabelnetzbetreiber (Cablecom und weitere Kabelnetzbetreiber planen die Version 3 mit Datenraten bis zu 100 MBit/s einzuführen)
DSL	Digital Subscriber Line Verfahren um Daten mit hoher Datenübertragungsrate über die Telefon-Kupferverkabelung zu übertragen.
DVB-T	Digital Video Broadcasting - Terrestrial; Kennzeichnet Digitales Fernsehen, welches über eine Dach- oder Zimmerantenne empfangbar ist.
FTTB	Fibre to the Building; Glasfaserverkabelung bis zum Gebäude

FTTH	Fibre to the Home; Glasfaserverkabelung bis zur Anschlussdose beim Endbenutzer.
FTTx	Oberbegriff für verschiedene Varianten der 'Fibre to the X'-Technologie.
HDTV	High Definition TV; Hochauflösendes Fernsehen.
HFC	Hybrid Fibre Coax; Bezeichnung für eine Hybrid-Lösung im Anschlussbereich der Kabelnetz-betreiber. Dabei wird das Glasfasernetz bis zum Quartierverteiler verlegt und via Koaxial-Kupferkabel bis zum Endbenutzer geführt.
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access; Ist ein Teil von HSPA und optimiert die Datenübertragung für die Download-Datenrate beim Mobilfunk.
HSPA	High Speed Downlink Packet Access; Bezeichnet ein Datenübertragungsverfahren des Mobilfunkstandards UMTS, das vom 3rd Generation Partnership Project definiert wurde. Das Verfahren ermöglicht DSL-ähnliche Datenübertragungsraten im Mobilfunknetz.
IP	Internet Protokoll; Technologie zur Vernetzung von Computer-Systemen. Der Datenverkehr im Internet basiert auf dem IP-Protokoll.
Layer 1, 2 und 3	Layer- oder Schichtenmodell in der Telekommunikation: Layer 1: Infrastruktur (Rohre, Kanäle, Kupfer- und Glasfaserkabel), Layer 2: Netzwerk-Technologie (Aktive Elektronikkomponenten), Layer 3: Dienste (Internet, Telefonie, Email, TV etc.).
LTE	Long Term Evolution; Vierte Mobilfunkgeneration (vgl. 4G).
LWL	Lichtwellenleiter; Anderer Begriff für Glasfaserkabel.
MBit/s	Megabits pro Sekunde (vgl. Datenrate).

P2P	Point to point; Punkt-zu-Punkt Glasfaserverbindung im Zugangsbereich. Vergleiche auch PON.
PON	Passive optical network; Technische Ausgestaltung der Glasfasern im Zugangsbereich. Vergleiche auch P2P.
Schacht	Zugangsmöglichkeit zu Kabelkanalisationen (Rohre und Kabel).
Triple-Play-Dienste	Telefonie-, Internet- und TV-Dienste vom gleichen Anbieter.
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System; Mobilfunk der 3.ten Generation.
Upload / Download	Datenrate vom Endbenutzer ins Internet= Upload Datenrate vom Internet zum Endbenutzer= Download
VDSL	Very high data rate Digital Subscriber Line; ähnlich ADSL nur viel grössere Bandbreite. VDSL2 steht für die 2. Generation.
Videostreaming	Streaming ist der Oberbegriff für Audio- und Videodaten, welche aus dem Internet empfangen und unmittelbar wiedergegeben werden.
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access; Drahtlose Technologie zur Überbrückung der letzten Meile. Swisscom gibt die für Fr. 6 Mio. erworbene Lizenz dem BAKOM zurück (Stand Januar 2010).
xDSL	Verschiedene Varianten der Digital Subscriber Line (x= A, S, V, H) über eine Kupferverkabelung.

A2 Literaturverzeichnis und Links

Branchenverband der Kabel-TV-Unternehmen in der Schweiz, <http://www.swisscable.ch>

Breitbandkommunikation in der Schweiz: Eine Standort - Bestimmung zu Infrastruktur und Nutzung (BAKOM März 2005).

DSL-Check für Telefonanschluss von Swisscom:

<http://eorderspub.sso.bluewin.ch/eorders/tripleplaychecker/?locale=de#EnterAddressPage>

Entbündelte Ortszentralen der Swisscom:

http://www.qprove.com/pus/swisscom/index_public.html

Geschäftsbericht Swisscom AG, 2008

Glasfaser im Wettbewerb, Die Zukunft des Telekom-Marktes zwischen Innovation und Regulierung, November 2009, Avenir Suisse

NZZ 29.10.2010 Seite 15 'Einigung mit Fragezeichen'

Plattformwettbewerb und regulatorische Empfehlungen, Februar 2010, Polynomics

Swisscable Jahresbericht 2008

Umsetzungsvarianten einer aktiven öffentlichen FTTH-Policy für die Schweiz, September 2009, swiss economics

A3 Kabel-TV-Unternehmen im Kanton Graubünden

Netzbetreiber	Abdeckung der Gemeinden
Cablecom	Chur, Domat/Ems, Felsberg, Untervaz, Zizers, Klosters und Davos
www.kns.ch (Aurax Connecta)	Surselva: Brigels, Cumbel, Disentis, Falera, Ilanz, Laax, Luven, Morissen, Obersaxen, Sagogn, Schluein, Schnaus, Sumvitg, Trun, Vella; R/TV-Signal von Cablecom
www.flimscom.ch	Flims
www.grischavision.ch	Bonaduz, Rhäzüns, Tamins/Reichenau, Trimmis, Arosa und im Engadin die Orte St. Moritz, Samedan, Celerina und Pontresina.
www.ilnet.ch	Igis, Landquart, Mastrils, Malans
Fernsehgenossenschaft Buchs www.rii-seez-net.ch	Fläsch, Maienfeld (Versorgungsgebiet entlang Rhein)

*Tabelle 13 Kabelnetzbetreiber im Kanton Graubünden
(Quelle: Swisscable / Kabelnetzbetreiber)*

A4 Zahlen zum Kt. Graubünden

Einwohner:	Ca. 190'000 (Ende 2008)
Anzahl Gemeinden GR:	180 (1.1.2010)
Anzahl Haushalte und Wohnungen GR:	Ca. 80'000 Haushalte (2005) Ca. 143'000 Wohnungen (Ende 2008), Erst- und Zweitwohnungen sowie unbewohnte Wohnungen.
Einwohner Chur:	Ca. 33'000
Haushalte Chur:	Ca. 17'700 Wohnungen (Ende 2008)
Einwohner Davos:	Ca. 11'000
Haushalte Davos:	Ca. 10'600 Wohnungen
Beschäftigte GR	103'248 (2008)
Kantons-Fläche:	7'105 km ² (= 27 Einwohner pro km ²)
Unproduktive Fläche inklusive Weiden	Ca. 40%
Wald	Ca. 27%
Aufteilung Kt. GR	11 Bezirke, 39 Kreise und 13 Regionen

A5 Fragenkatalog am Beispiel der Swisscom AG

Siehe Beilage.

Glasfaser Graubünden

Fragenkatalog für Datenerhebung und Interviews (Swisscom AG)
Version 15.01.2010

1 Fragenkatalog für Datenerhebung

1.1 Einführung

1.1.1 Ziele der Erhebung

In Randregionen besteht die Befürchtung, dass die Erschliessung mit Glasfasern gegenüber den Städten stark verzögert erfolgt. Aus dieser Befürchtung heraus entstehen Forderungen nach einer möglichst raschen, flächendeckenden Erschliessung mit Glasfasern. Dies geschieht ohne Kenntnis über den heutigen Erschliessungsstand, ohne eine Beurteilung des Mehrnutzens, ohne eine Differenzierung von privaten und geschäftlichen Nutzungen und ohne eine Kostenvorstellung, die ein flächendeckender Ausbau bedeuten würde. Diese Wissenslücken sollen mit der Erhebung geschlossen werden. Dadurch kann abgeschätzt werden, ob der Kanton überhaupt reagieren muss und falls ja wie dies geschehen sollte. Die Erarbeitung einer kantonalen Strategie könnte Bestandteil einer zweiten noch zu spezifizierenden Projektphase sein.

Im Zusammenhang mit Glasfaserleitungen besteht oft die Befürchtung, dass ein unkoordinierter Ausbau erfolgt. Mit der Erhebung soll untersucht werden ob diese Befürchtung berechtigt ist und falls ja mit welchen Ansätzen eine bessere Koordination möglich wäre. Die Erarbeitung von entsprechenden Massnahmen, eingebettet in eine kantonale Strategie könnte Bestandteil einer zweiten noch zu spezifizierenden Projektphase sein.

1.1.2 Vertraulichkeit der Daten

Die Vertraulichkeit der Daten ist gewährleistet; der Zugriff auf den GIS-basierten Glasfaserkatalog ist in erster Linie für die kantonale Verwaltung des Kanton Graubünden gedacht. Wenn Daten aus dem Schlussbericht publiziert werden, geschieht dies in aggregierter Form. Bei einer Datenanfrage von Dritten wird vorgängig die Einwilligung beim Eigentümer der Daten eingeholt.

1.2 Themenblock 1 - Glasfaserinfrastruktur im Fern- und Regionalbereich

Für die Erstellung eines einfachen GIS-basierten Glasfaserkatasters (Backbone- und Regional-Netzwerke bis zu den Ortszentralen in den Gemeinden) sind die folgenden Informationen gewünscht:

1. Kabel-Trassen (Verlauf),
2. Kapazität pro Teil-Abschnitt ('Anzahl Fasern'),
3. Nutzung der Fasern pro Teil-Abschnitt (x% Eigenbedarf, y% vermietet und z% Reserve),
4. Betriebsstatus pro Teil-Abschnitt ('in Betrieb' oder 'geplant'),
5. Inbetriebsetzungsjahr pro Teil-Abschnitt (nur bei geplanten),
6. Eigentümer pro Teil-Abschnitt.

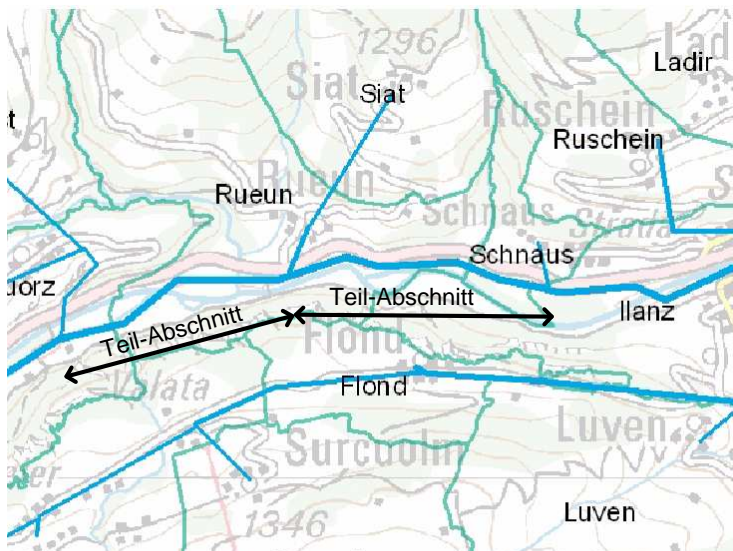


Abbildung 1 Kartenausschnitt mit Bsp. für Teil-Abschnitte (Blau: möglicher Glasfaser-Verlauf)

Sollten auch die Angaben über bereits bestehende Glasfaserstrecken, welche bis zu den Quartierverteilkästen reichen, mit vertretbarem Aufwand zur Verfügung gestellt werden können, sind wir auch an diesen Informationen interessiert.

⇒ **Datenformat:** Geodaten (Linien) nach Absprache (idealerweise ESRI-kompatibel).

1.3 Themenblock 2 - Breitband-Abdeckung (IST-Situation und Potential)

Wie sieht die aktuelle Abdeckung (Stand Ende 2009) und das Potential der Haushalte und Unternehmen pro Gemeinde im Kanton Graubünden mit verschiedenen breitbandigen Telekomdiensten aus?

1) DSL-Technologie:

- Wieviel Prozent der Telefonanschlüsse pro Gemeinde sind mit folgenden Telekomdiensten möglich: ADSL-10MBit/s, VDSL-10, VDSL-30 (werden noch weitere angeboten?).
- Damit wir die gesamte Abdeckungsqualität abschätzen¹⁾ können, benötigen wir die Koordinaten (Punkte) der Ortszentralen und die mit Glasfaser erschlossenen Quartierverteiler (mit DSLAM-Ausrüstung).
- Wieviel Prozent der Telefonanschlüsse pro Gemeinde sind aktuell mit folgenden Telekomdiensten in Betrieb: ADSL-10MBit/s, VDSL-10, VDSL-30 (werden noch weitere angeboten?).
- Evtl. entbündelte Anschlüsse (Anzahl Anschlüsse pro Gemeinde).

2) Glasfaseranschlüsse:

- Wieviele Unternehmen pro Gemeinde sind mit Glasfaserleitungen (Fibre-to-the-Building) erschlossen? (Aus volkswirtschaftlicher Sicht wäre die Anzahl erschlossener Arbeitsplätze wichtiger wie die Anzahl erschlossener Betriebe, falls diese Information nicht vorhanden ist so wären Differenzierungen nach Betriebsgrössen hilfreich um dies grob abschätzen zu können. Nicht alle Branchen sind gleich stark auf schnelle Leitungen angewiesen, Differenzierungen nach Branchen oder zumindest nach Sektoren wären hilfreich)
- Welche Rahmenbedingungen müssen erfüllt sein damit die Erschliessung einer Unternehmung mit Glasfaser für Swisscom interessant wird (Neubau, bestehendes Unternehmen, minimale Betriebsgrösse, ausgewiesenes Bedürfnis)?

1) Abschätzung der potentiellen Erschliessungsqualität erfolgt durch eine Analyse im Geographischen Informationssystem

- 3) Breitbandiger Mobilfunk könnte u.U. für gewisse Anwendungen ausreichend sein.
- Wie sieht die Abdeckung der Bevölkerung des Kantons mit breitbandigem Mobilfunk (UMTS) aus?
 - Wie ist die prozentuale Aufteilung auf die verschiedenen Bandbreiten?
- 4) Prozentualer Anteil von schnellen VDSL-Anschlüssen (Abo und Potential) und von FTTH in Graubünden im Vergleich mit der Gesamtschweiz und anderen Kantonen (TG, ZH, VS).

⇒ **Datenformat:** Tabelle mit gewünschter Information pro Gemeinde (idealerweise mit Gemeinde-BFS-Nummer) und Tabelle der Ortszentrale und der Quartierverteiler (Koordinaten).

1.4 Themenblock 3 - Ausblick Dienste, Netzausbau und Kooperationen

1.4.1 Allgemeiner Ausblick:

- Wie sieht Swisscom die Entwicklung von zukünftigen breitbandigen Anwendungen?
- Ist die Kapazitätssteigerung bei den xDSL-Technologien erreicht oder sind noch weitere Steigerungen möglich?
- Will Swisscom die Nachfrage nach schnellen Breitband-Anwendungen wecken? Wenn ja wie?
- Mit welchem Bandbreitenwachstum ist in den nächsten Jahren (5-10) zu rechnen?
- Können neue Mobilfunk-Technologien (4G) u.U eine Alternative zu Festanschlüssen darstellen? Falls ja, in welchen Fällen, unter welchen Voraussetzungen?
- Wie sieht Swisscom die mittel- bis langfristige Erschliessung der verschiedenen Regionen in der Schweiz mit breitbandiger (> 50MBit/s) Infrastruktur? Einerseits in Bezug auf Unternehmen, andererseits in Bezug auf Privathaushalte.

1.4.2 Netzausbau:

Vorbemerkung: Der zukünftige Netzausbau ist räumlich kaum so genau zu erfassen wie die aktuelle Erschliessung. Die Fragen zum zukünftigen Ausbau könnten sich somit auf den Kanton als Ganzes beziehen. Allenfalls ergeben sich regionale Schwerpunkte oder Aussagen zu Gemeindetypen oder Gemeindegrössen (z.B. fast alle Gemeinden mit mehr als 1'000 Einwohnern werden bis in 5 Jahren mit VDSL erschlossen sein oder alle grösseren Tourismuszentren, oder alle Betriebe mit mehr als 10 Mitarbeitern). Falls möglich sind natürlich auch genaue Aussagen zu einzelnen Gemeinden wertvoll.

Wie sieht die zukünftige Abdeckung der Haushalte und Unternehmen (falls möglich pro Gemeinde) im Kanton Graubünden mit verschiedenen breitbandigen Telekomdiensten aus (Zeitplanung in 5 und in 10 Jahren)?

1) DSL-Technologie:

Wieviel Prozent der Telefonanschlüsse sind in der obengenannten Zeitplanung mit folgenden Telekomdiensten möglich: ADSL-10MBit/s, VDSL-10, VDSL-30 (gibt es noch weitere?)

2) Glasfaseranschlüsse:

- Wieviel Prozent der Haushalte sind in der obengenannten Zeitplanung mit Glasfaserleitungen (Fibre-to-the-Home) erschlossen?
- Wieviele Unternehmen sind mit Glasfaserleitungen (Fibre-to-the-Building) erschlossen?
- Falls möglich wieviel Arbeitsplätze sind mit FTTB erschlossen?

3) Breitbandiger Mobilfunk könnte u.U. für gewisse Anwendungen ausreichend sein.

- Wie sieht die Abdeckung der Bevölkerung des Kantons in der obengenannten Zeitplanung mit breitbandigem Mobilfunk (UMTS oder Nachfolger) aus?
- Wie ist die prozentuale Aufteilung auf die verschiedenen Bandbreiten?

⇒ **Datenformat:** Tabelle mit gewünschter Information pro Gemeinde (idealerweise mit Gemeinde-BFS-Nummer) oder Tabelle der Ortszentrale bzw. Quartierverteiler (Koordinaten).

1.4.3 Fragen zum 'Glasfaserausbau bis in die Haushalte (FTTH)':

- Wie sieht eine mögliche Weiterentwicklung des Anschlussnetzes bezüglich FTTH im Kanton Graubünden aus? Z.B. Stadtnetz in Chur bzw. in grossen Tourismuszentren; gibt es hier bereits Ausbaupläne?
- In welcher Grössenordnung bewegen sich die Investitionen für FTTH?
 - gesamte Erschliessung einer Stadt/Gemeinde (Angabe pro Haushalt)
 - partielle Erschliessung (Neubauten, Neubauquartiere)
- In welcher Grössenordnung bewegen sich die Investitionen für eine VDSL-Infrastruktur (mind. 30 MBit/s)?
- Welche Kooperationsformen für den Bau und Betrieb der entsprechenden Infrastruktur stehen im Vordergrund?
- ...