



Modellierung des Investitions- und Förderbedarfs verschiedener Breitband-Ausbauziele in der Schweiz

Autoren:
Dr. Thomas Plückebaum
Dr. Karl-Heinz Neumann
Konrad Zoz
Martin Ockenfels

unter Mitarbeit von
Wolfgang Kiesewetter

Impressum

WIK-Consult GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
E-Mail: info@wik-consult.com
www.wik-consult.com

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Dr. Thomas Solbach
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7043
Steuer-Nr.	222/5751/0926
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 329 763 261

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Der Gutachtauftrag und seine Bearbeitung	9
1.1 Anlass und Gegenstand des Gutachtens	9
1.2 Inhalt der Studie	10
1.3 Gliederung und Aufbau des Gutachtens	12
2 Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes	13
2.1 Der FTTH-Modellansatz von 2009	13
2.2 Der FTTH-Modellansatz von 2017	14
2.3 Das aktuelle WIK-NGA-Modell für die Schweiz	14
2.3.1 Der grundlegende Modellansatz	14
2.3.1.1 Netzstrukturen	14
2.3.1.2 Strukturelle Modellparametrierung	19
2.3.2 Konzentrations- und Kernnetz	24
2.3.2.1 Kosten des Konzentrationsnetzes	24
2.3.2.2 Kosten des Kernnetzes	25
2.4 Wesentliche ökonomische Modellparameter	25
2.4.1 ARPU	25
2.4.2 WACC	26
2.4.3 Market Share	26
2.4.4 Retailkosten	29
2.4.5 Variable Kosten je Kunde	29
2.4.6 Kabelverlegung	29
2.4.7 Inhausverkabelung	30
2.4.8 Kosten für die Inanspruchnahme des Kupferanschlussnetzes	30
2.5 Ergebnisse der Marktabfrage der Inputparameter im Detail	31
2.5.1 Globale Inputparameter	31
2.5.2 Clusterspezifische Inputparameter	36

3	Modellszenarien und Ergebnisse	39
3.1	Die bestehende Netzabdeckung mit Hochbreitband als Ausgangspunkt	39
3.2	Untersuchung der Ausbauvarianten anhand 30 Szenarien	48
3.2.1	Einflussfaktoren auf die Modellergebnisse	53
3.2.2	Vergleich der Ausbauvarianten ohne Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus	57
3.2.3	Ausbauvarianten mit Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus	60
4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	63
Anhang 1	FAQ zum Szenarien-Vergleich	77
Anhang 2	Vergleich der Modellergebnisse 2009, 2017 und 2022	83
Anhang 3	Detaillergebnisse	85
A 3.1	Detaillergebnisse Szenario 1 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	86
A 3.2	Detaillergebnisse Szenario 1 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	87
A 3.3	Detaillergebnisse Szenario 2 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	88
A 3.4	Detaillergebnisse Szenario 2 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	89
A 3.5	Detaillergebnisse Szenario 3 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	90
A 3.6	Detaillergebnisse Szenario 3 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	91
A 3.7	Detaillergebnisse Szenario 4 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	92
A 3.8	Detaillergebnisse Szenario 4 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	93
A 3.9	Detaillergebnisse Szenario 5 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	94
A 3.10	Detaillergebnisse Szenario 5 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	95
A 3.11	Detaillergebnisse Szenario 6 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	96
A 3.12	Detaillergebnisse Szenario 6 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	97
A 3.13	Detaillergebnisse Szenario 7 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	98
A 3.14	Detaillergebnisse Szenario 7 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	99
A 3.15	Detaillergebnisse Szenario 8 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	100
A 3.16	Detaillergebnisse Szenario 8 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	101
A 3.17	Detaillergebnisse Szenario 9 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	102
A 3.18	Detaillergebnisse Szenario 9 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	103
A 3.19	Detaillergebnisse Szenario 10 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	104
A 3.20	Detaillergebnisse Szenario 10 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	105

A 3.21	Detailergebnisse Szenario 11 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	106
A 3.22	Detailergebnisse Szenario 11 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	107
A 3.23	Detailergebnisse Szenario 12 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	108
A 3.24	Detailergebnisse Szenario 12 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	109
A 3.25	Detailergebnisse Szenario 13 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	110
A 3.26	Detailergebnisse Szenario 13 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	111
A 3.27	Detailergebnisse Szenario 14 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	112
A 3.28	Detailergebnisse Szenario 14 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	113
A 3.29	Detailergebnisse Szenario 15 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	114
A 3.30	Detailergebnisse Szenario 15 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	115
A 3.31	Detailergebnisse Szenario 16 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	116
A 3.32	Detailergebnisse Szenario 16 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	117
A 3.33	Detailergebnisse Szenario 17 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	118
A 3.34	Detailergebnisse Szenario 17 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	119
A 3.35	Detailergebnisse Szenario 18 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	120
A 3.36	Detailergebnisse Szenario 18 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	121
A 3.37	Detailergebnisse Szenario 19 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	122
A 3.38	Detailergebnisse Szenario 19 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	123
A 3.39	Detailergebnisse Szenario 20 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	124
A 3.40	Detailergebnisse Szenario 20 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	125
A 3.41	Detailergebnisse Szenario 21 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	126
A 3.42	Detailergebnisse Szenario 21 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	127
A 3.43	Detailergebnisse Szenario 22 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	128
A 3.44	Detailergebnisse Szenario 22 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	129
A 3.45	Detailergebnisse Szenario 23 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	130
A 3.46	Detailergebnisse Szenario 23 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	131
A 3.47	Detailergebnisse Szenario 24 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	132
A 3.48	Detailergebnisse Szenario 24 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	133
A 3.49	Detailergebnisse Szenario 25 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	134
A 3.50	Detailergebnisse Szenario 25 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	135
A 3.51	Detailergebnisse Szenario 26 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	136

A 3.52	Detailergebnisse Szenario 26 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	137
A 3.53	Detailergebnisse Szenario 27 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	138
A 3.54	Detailergebnisse Szenario 27 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	139
A 3.55	Detailergebnisse Szenario 28 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	140
A 3.56	Detailergebnisse Szenario 28 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	141
A 3.57	Detailergebnisse Szenario 29 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	142
A 3.58	Detailergebnisse Szenario 29 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	143
A 3.59	Detailergebnisse Szenario 30 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau	144
A 3.60	Detailergebnisse Szenario 30 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau	145
5	Literaturverzeichnis	147

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	NGN/NGA-Netzarchitektur in der Übersicht	15
Abbildung 2-2:	Flächenabdeckung der Cluster 1 – 12 (> 150 pot. Anschlüsse/km ²)	22
Abbildung 2-3:	Netzabschnitte im Anschlussnetz	23
Abbildung 3-1:	FTTH als höchstwertiger Anschluss	42
Abbildung 3-2:	FTTB als höchstwertiger Anschluss	43
Abbildung 3-3:	FTTS als höchstwertiger Anschluss	43
Abbildung 3-4:	FTTC als höchstwertiger Anschluss	44
Abbildung 3-5:	COAX als höchstwertiger Anschluss alle Releases	44
Abbildung 3-6:	Anschlussnetze nach Clusterzuordnung	45
Abbildung 3-7:	Verteilung der Anschlüsse je Cluster	54
Abbildung 3-8:	Verteilung des adressierbaren Marktes je Cluster	54
Abbildung 3-9:	Verteilung der verfügbaren Leerrohrkapazitäten je Cluster	55
Abbildung 3-10:	Verteilung der bestehenden Versorgung je Cluster und Technologie	55
Abbildung 3-11:	Beispiel Verteilung der Anschlüsse pro Verzweiger, der Feederlängen pro Anschluss und der Zahl der Anschlüsse pro Schaltzentrale (MPoP) bei einem FTTH PtoMP Netz	56
Abbildung 3-12:	Beispiel typischer Verteilung der Investitionen, Erlöse und Subventionen (hier: Szenario 1)	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Clusterung nach Anschlussdichte (Werte pro Cluster)	20
Tabelle 2-2:	Clusterung nach Anschlussdichte (kumulierte Werte)	21
Tabelle 2-3:	Bestimmung des adressierbaren Marktes	28
Tabelle 2-4:	Mietkosten für das Drop-Kabel Segment	31
Tabelle 2-5:	Inputparameter WACC und ARPU	31
Tabelle 2-6:	Inputparameter Aufschlag für Gemeinkosten	31
Tabelle 2-7:	Inputparameter Aufschlag OPEX auf direkte und indirekte Investitionen	32
Tabelle 2-8:	Inputparameter Ökonomische Lebensdauer von direkten Investitionen	32
Tabelle 2-9:	Inputparameter Erwartete jährliche Preisänderung für direkte Investitionen	33
Tabelle 2-10:	Inputparameter Zuschlagsätze auf direkte Investitionen für indirekte Investitionen	34
Tabelle 2-11:	Inputparameter Erwartete Nutzungsdauern für indirekte Investitionen	34
Tabelle 2-12:	Inputparameter Erwartete jährliche Preisänderung für indirekte Investitionen	34
Tabelle 2-13:	Inputparameter Investition Hauseinführung, Quadratmeterpreis MDF, Vertriebskosten	35
Tabelle 2-14:	Inputparameter Kosten für Customer Premise Equipment	35
Tabelle 2-15:	Inputparameter Kosten für FTTS-Verzweiger	35
Tabelle 2-16:	Inputparameter Investitionen und Parameter an Schaltzentralen	35
Tabelle 2-17:	Inputparameter Investitionen für Einziehen von Kabeln in Leerrohre	35
Tabelle 2-18:	Inputparameter Kabelkosten	36
Tabelle 2-19:	Inputparameter Preise Equipment im Verzweiger	36
Tabelle 2-20:	Inputparameter Grabeninvestitionen	36
Tabelle 2-21:	Inputparameter Grabenlängen	37
Tabelle 2-22:	Inputparameter Verfügbarkeit Leerrohre für Brownfield	37
Tabelle 2-23:	Inputparameter Schächte und Muffen	38
Tabelle 3-1:	Spalteninformation der Rohdatentabelle des Breitbandatlas	39
Tabelle 3-2:	Verteilung der Anschlüsse nach höchstwertiger Technologie pro Gebäude und nach Dichtecluster in absoluten Zahlen	46
Tabelle 3-3:	Verteilung der Anschlüsse nach höchstwertiger Technologie pro Gebäude und nach Dichtecluster prozentual an der Gesamtzahl der Anschlüsse	47

Tabelle 3-4:	Verteilung der Anschlüsse nach höchstwertiger Technologie pro Gebäude und nach Dichtecluster, prozentual je Cluster	48
Tabelle 3-5:	Übersicht der 30 vom BAKOM definierten Szenarien	49
Tabelle 3-6:	Übersicht 30 Szenarien und 26 Modellierungen	52
Tabelle 3-7:	Modellergebnisse aller Szenarien ohne Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus	58
Tabelle 3-8:	Modellergebnisse mit Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus	61
Tabelle 4-1:	Typische FTTC VDSL Vectoring Verfahren	64
Tabelle 4-2:	G.fast Verfahren	65
Tabelle 4-3:	FTTH Punkt-zu-Multipunkt (PtoMP) Übertragungsverfahren	65
Tabelle 4-4:	FTTH Punkt-zu-Punkt (PtoP) Übertragungsverfahren	65
Tabelle 4-5:	Aktuelle DOCSIS Übertragungsverfahren (geteilte Bandbreiten)	66
Tabelle 4-6:	Flächendeckende Netzabdeckung mit Festnetztechnologien (ohne Berücksichtigung der bestehenden Netzabdeckung)	69
Tabelle 4-7:	Flächendeckende Netzabdeckung mit Festnetztechnologien bei Berücksichtigung der bestehenden Versorgung	70
Tabelle 4-8:	Vergleich Szenarien PtoP und PtoMP mit 1 und 4 Fasern, Aufgreifschwelle 1 Gbit/s, Greenfield, ohne und mit Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus	71
Tabelle 4-9:	Vergleich Szenarien PtoP und PtoMP mit 1 und 4 Fasern, Aufgreifschwelle 1 Gbit/s, Brownfield, ohne und mit Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus	72
Tabelle 4-10:	Drei Vergleiche PtoP und PtoMP mit 1 oder 4 Fasern	75

Abkürzungsverzeichnis

BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
ARPU	Average Revenue per User
BRAS	Broadband Remote Access Server
BNetzA	Bundesnetzagentur, deutsche Regulierungsbehörde
CAPEX	Capital Expenditure
CMTS	Cable Modem Termination System
COAX	Koaxialkabel - koaxial aufgebaute Hochfrequenzkabel
COPP (Kupfer)	Breitbandanschluss über ein reines Kupferanschlussnetz
CPE	Customer Premise Equipment
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
FTTB	Fiber to the Building
FTTC	Fiber to the Cell
FTTH	Fibre-to-the-Home
FTTS	Fiber to the Street
FTTS/dp	Fibre to the Street/ distribution point
FTTx	Fiber to the X
G.fast	Fast Access to Subscriber Terminals
Gbit/s	Gigabit pro Sekunde
GPON	Gigabit Passive Optical Network, Gigabit Passive Optische Netze
HVt	Hauptverteiler
IP-TV	Internet Protocol Television
Kbit/s	Kilobit pro Sekunde
LLU	Local Loop Unbundling
MPoP	Metropolitan Point of Presence
NGA	Next Generation Access
NGN	Next Generation Network
NGPON2	Next-Generation Passive Optical Network 2
ODF	Optical Distribution Frame
OLT	Optical Line Terminator
ONU	Optical Network Unit

OPEX	Operational Expenditure
PON	Passive Optical Network, Passive Optische Netze
PtoMP	Point-to-Multipoint
PtoP	Point-to-Point
SLU	Sub-Loop Unbundling
SSLU	SSLU Teil des SLU der für FTTS verwendet wird
TAL	Teilnehmeranschlussleitung
TWDM.PON	Time and Wavelength Division Multiplexed Passive Optical Network
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
VHCN	Very High Capacity Networks
WACC	Weighted Average Cost of Capital
WEKO	Wettbewerbskommission, Schweizer Wettbewerbsbehörde
XG:PON	Extrafast Gigabit PON
XGS.PON	Extrafast Gigabit Symmetrical PON

1 Der Gutachtauftrag und seine Bearbeitung

1.1 Anlass und Gegenstand des Gutachtens

Das Schweizer Parlament hat am 27. April 2021 den Bundesrat beauftragt, dem Parlament eine Breitbandstrategie zu unterbreiten, die die längerfristige Weiterentwicklung der Hochbreitbandstrategie in der Schweiz aufzeigt. Dem zugrunde liegt ein Beschluss des Bundesrates zu einer Grundversorgung aller Anschlüsse in der Schweiz mit 80 Mbit/s vom 29. Juni 2020. Die Breitbandstrategie soll daher insbesondere aufzeigen, wie die Internetversorgung der Schweiz überall dort sichergestellt werden kann, wo der Markt nicht aus eigenem Handeln die gewünschte Versorgung von mehr als 80 Mbit/s erreicht. Dazu soll es eine öffentliche Förderung geben, die weder zu Wettbewerbsverzerrungen führt noch private Investitionen in den Netzausbau hemmt.

Die WIK-Consult hat das BAKOM wiederholt mit Kostenmodellen für Teilnehmeranschlussnetze unterstützt, zuletzt mit dem hier einschlägigen Modell zum FTTH Glasfaserausbau im 4 Fasermodell im Greenfield in den Architekturen Glasfaser Punkt-zu-Punkt (Point-to-Point, PtoP) und Glasfaser Punkt-zu-Multipunkt (Point-to-Multipoint, PtoMP) im Jahr 2009 und im Jahr 2017 mit einer Modellvariante FTTH PtoP im Einfasermodell. Letzteres berücksichtigt die bereits ausgebauten Hochbreitbandinfrastrukturen und erlaubt, für den weiteren Ausbau unterschiedliche höherwertige Breitbandausbautechnologien zu untersuchen, jeweils die höchstwertige bis an den Rand ihrer betriebswirtschaftlichen Profitabilität.

Das jetzt weiterentwickelte Modell baut auf dem zweiten Modell (von 2017) auf und erweitert dieses um einen Mehrfaseransatz von bis zu 4 Fasern je Haushalt, berücksichtigt den Versorgungsstand auf Basis der Daten aus dem Schweizer Breitbandatlas und erlaubt, unterschiedliche Szenarien für den weiteren Ausbau durchzuspielen, so z.B. den Ausbau mit FTTS G.fast, FTTH Ethernet (PtoP) oder FTTH XGS.PON (in den Varianten PtoMP und PtoP). Neben einer Version des Vollausbau ohne Berücksichtigung des bereits vorhandenen Ausbaus werden unterschiedliche Aufgreifschwelle ansetzbar, d.h. Versorgungsgrenzwerte, unterhalb derer Ausbau mit der gewählten Architektur vorgesehen wird, oder andersherum ausgedrückt: Gebäude, die bereits mit einem Anschluss versorgt sind, der Bandbreiten oberhalb der Aufgreifschwelle bereitzustellen erlaubt, werden beim weiteren Aufbau nicht mehr berücksichtigt. Ergänzend erlaubt das Modell die Berücksichtigung bereits vorhandener Leerrohre für den weiteren Netzausbau (Brownfield) oder lässt alle Leerrohre neu errichten (Greenfield).

Neben der Bestimmung der Investitionen für den weiteren Netzausbau bestimmt das Modell auch, bis in welche Gebiete hinein der Ausbau zu den üblichen Markterträgen je Anschluss eigenwirtschaftlich, d.h. profitabel erfolgen kann und in welcher Höhe Subventionen erforderlich wären für einen für die Betreiber kostendeckenden flächendeckenden

Netzausbau. Die Parametrierung des Modells erfolgte erstmals mit Hilfe einer Marktbefragung.

Aus der Vielzahl der möglichen Varianten der Modellierung hat das BAKOM die durchzurechnenden Varianten beschränkt mit dem Fokus, Antworten für die aktuellen Fragen der Regulierung in der Schweiz zu finden.

1.2 Inhalt der Studie

Das Erkenntnisinteresse des Projektes liegt in erster Linie in der Höhe der Wirtschaftlichkeitslücken, die zur Erreichung definierter Versorgungsziele (z.B. Ausbau dort, wo die Versorgung <300 Mbit/s (oder ein anderer Grenzwert) ist) durch staatliche Zuschüsse ausgeglichen werden müssten, damit der Ausbau in einem definierten Gebiet rentabel wird. Dazu soll für verschiedene angestrebte Datenraten und für verschiedene Abdeckungsziele in der Schweiz der Bedarf privater Investitionen sowie der ergänzend benötigten öffentlichen Zuschüsse fundiert geschätzt werden. Die Datenraten werden durch die technischen Leistungsparameter der unterstellten Breitbandtechnologien bestimmt und sind damit nicht beliebig frei wählbar.

Im Kontext derzeit laufender Verfahren über die Netzausbaustrategie des marktbeherrschenden Anbieters Swisscom beabsichtigte das BAKOM sich im Rahmen der Studie gleichzeitig für allfällige Amtshilfeersuchen der WEKO mit Know-how aufzurüsten. Im Fokus stehen hier Kostenunterschiede der verschiedenen Netzarchitekturen im Greenfield wie im Brownfieldausbau, d.h. unter Berücksichtigung bereits vorhandener Ausbauten (Leerrohr-Infrastrukturen).

Zur Beantwortung der ökonomischen Fragestellungen setzt das BAKOM auf dem bestehenden NGA-Kostenmodell des WIK für die Schweiz aus dem Jahr 2017 auf, mit den jetzt vorgenommenen Anpassungen um weitere Architekturoptionen und den erstmalig im Rahmen einer Marktbefragung bei Schweizer Telekom Anbieter eingeholten Daten.

Die relevante Ausgangsversorgung im Festnetz wurde seinerzeit bereits durch die verschiedenen wettbewerblichen Anbieter in der Schweiz mit den Technologien FTTC, FTTS/dp, FTTB und FTTH (PtoP oder PtoMP) sowie DOCSIS 3.0 erbracht. Heute ist die Schweiz im Kabel-TV nahezu vollständig auf DOCSIS 3.1 aufgerüstet. Die vorgenannten Technologien sehen wir insgesamt als die relevanten Versorgungsformen und damit als Ausgangsbasis für die im Breitbandatlas dokumentierte Versorgung an, allerdings in einem anderen Ausbaustand als 2017. Es gilt also wieder, die dort dokumentierte aktuelle Versorgung mit den Technologien zu korrelieren, um auf die aktuell vorhandenen Infrastrukturen zurückschließen zu können. Hierzu gehört auch, eine künftige Versorgung angemessen zu berücksichtigen (z.B. mit FTTC Vectoring/Supervectoring bis zu bestimmten Anschlussleitungslängen, ersatzweise durch FTTS/dp mit G.fast).

Wir gehen davon aus, dass für die Ausbauntersuchungen ein weiterer Ausbau mit DOCSIS 3.1/ 4.0 in die Fläche nicht in Betracht gezogen wird, weil er für den marktbeherrschenden Anbieter Swisscom keine Technologieoption darstellt und auch andere Glasfaser basierende Wettbewerber heute keine Investitionen in koaxialkabelbasierende Endverteilnetze mehr tätigen werden, sondern Glasfaser einsetzen bis zu Fibre Nodes kurz vor oder in den Gebäuden. Für den Technologieüberblick beziehen wir DOCSIS jedoch mit ein, weil diese Technologie einen Breitbandversorgungsstand neben FTTH bereitstellt und innerhalb der EU ab bestimmten Release-Ständen (3.1) und Topologien zu den sogenannten Gigabitnetzen zählt, den Very High Capacity Networks (VHCN). Gleichfalls beziehen wir den in der Schweiz operierenden Kabel-TV Netzbetreiber Sunrise UPC in die Untersuchungen zu Mitnutzungsmöglichkeiten bestehender Infrastrukturen und für die Kostenerhebungen ein.

Für die Glasfaser PtoMP Strukturen müssen GPON Technologien unterstellt werden, weil nur diese derartige mit passiven Splitttern versehene Faserstrukturen zu betreiben erlauben. Es existieren derzeit vier marktverfügbare GPON-Technologiegenerationen (GPON, XG.PON, XGS.PON und NGPON2 (bzw. TWDM.PON)) mit unterschiedlichen Bandbreitenklassen. Die PtoMP Glasfasertopologie ist in dieser Hinsicht nicht technologie-neutral. Andersherum erlaubt es die PtoP Topologie hingegen auch, mit GPON-Technologien betrieben zu werden und ist daher in dieser Hinsicht technologie-neutral. Um die Zahl der modellierten Technologien auf den Glasfasernetzen in Grenzen zu halten konzentrieren wir uns auf die Modellierung des zeitgemäßen Standards XGS.PON, den Startups heute oft als Ausgangstechnik für den Aufbau ihrer Netze einsetzen. Bei den PtoP Architekturen modellieren wir zudem die klassische Ethernet Technologie. Für FTTS/dp nehmen wir G.fast.

Der Inhalt der hier vorliegenden Studie umfasst im Grundsatz die Beantwortung der in der Ausschreibung (Kapitel 3) vorgestellten Untersuchungsfragen,

- zur Höhe Investitionen zur Erreichung verschiedener Breitbandausbauziele (Datenrate, Abdeckung, Netzarchitektur),
- zu den Grenzen von deren Profitabilität,
- zur Höhe der Wirtschaftlichkeitslücken und dem resultierenden Förderbedarf,
- und dies ohne und mit Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus und mitnutzbarer Infrastrukturen.
- Der Beeinflussung von Investitionen und Förderbedarfen in Abhängigkeit von der Glasfasertopologie (PtoP und PtoMP) mit 1 oder 4 Fasern bis zum optischen Hauptverteilerstandort und in der Teilnehmerzuführung vom Faserverzweiger bis in die Wohnungen (Inhouse).

Weitere Studienaspekte des Projektes werden in separaten Berichten zusammengefasst:

- Breitbandtechnologien und deren Leistungsmerkmale heute und in 5 Jahren

- Breitbandfördermodelle und –mechanismen als Best-Practice Beispiele für die Schweiz sowie Hinweise auf administrative Kosten als Folge staatlicher Beihilfe.

1.3 Gliederung und Aufbau des Gutachtens

Wir stellen unsere Ergebnisse in zwei zentralen Kapiteln der Studie dar.

In Kapitel 2 stellen wir unseren NGA-Modellansatz vor, der die Abbildung aller Festnetztechnologien in einem kohärenten Modellansatz erlaubt. Neben dem Modellansatz beschreiben wir die wichtigsten ergebnissteuernden Parameter und ihre Wertebestimmung. Im Anhang nehmen wir auch einen kurzen Abgleich der FTTH-Modelle von 2009, 2017 und 2022 vor.

Im Kapitel 3 werden primär die Ergebnisse von Modellszenarien vorgestellt, die wir gemeinsam mit dem BAKOM definiert haben. Dazu wird zunächst die heute bestehende Breitbandversorgung in der Schweiz, wie sie der Breitbandatlas ausweist, dargestellt und in einen europäischen Vergleichskontext gestellt. Die flächendeckende Versorgung mit verschiedenen Breitbandtechnologien wird zunächst in einem Ansatz ohne Berücksichtigung bestehender Infrastrukturen beschrieben und schließlich unter Berücksichtigung der bestehenden Netzabdeckung. Dabei stellen wir Szenarien mit und ohne Berücksichtigung des Beitrags der Kabelnetze zur Breitbandversorgung vor.

Im Kapitel 4 fassen wir unsere Ergebnisse zusammen und deuten einige Schlussfolgerungen an, die aus ihnen breitbandpolitisch ableitbar sind.

2 Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes

2.1 Der FTTH-Modellansatz von 2009

Bereits in 2009 hatten wir für das BAKOM Szenarien einer nationalen Glasfaserausbaustrategie in der Schweiz mit einem FTTH-Modell abgebildet und berechnet.¹ Seinerzeit standen folgende Untersuchungsfragen im Vordergrund:

- Welcher Flächendeckungsgrad von FTTH-Netzen ist profitabel darstellbar?
- Welche Investitionserfordernisse sind mit einer flächendeckenden nationalen Glasfaserausbaustrategie verbunden?
- Welche Kostenunterschiede zeigen die verschiedenen FTTH-Netzarchitekturen?
- Welche Kostenunterschiede weist ein Mehrfaser-Verlegemodell im Vergleich zu einem Einfasermodell auf?
- Welche Implikationen hat die Wirtschaftlichkeit von Glasfasernetzen auf eine mögliche Grundversorgungsverpflichtung für Glasfaseranschlüsse?
- Inwieweit sind Glasfasernetze durch Wettbewerber replizierbar?
- Welche Wettbewerbsmöglichkeiten eröffnen Kooperationsmodelle und Entbündelungsmodelle?

Der damals entwickelte Modellansatz basierte auf einer Bottom-up Netzmodellierung, bei der alle Netzelemente des Glasfasernetzes entsprechend der Kundenverteilung in der Fläche berücksichtigt wurden. Das Modell war als Greenfield-Ansatz angelegt und hat deshalb alle benötigten Netzelemente nach ihren aktuellen Wiederbeschaffungswerten („Neubaukosten“) bewertet. Allerdings wurden für das Glasfasernetz die bestehenden Schaltzentralen der Swisscom als feste Bestandteile des im Übrigen effizient optimierten Netzes berücksichtigt (sogenannter Scorched-Node Ansatz).

Alle 1.491 Anschlussbereiche des Schweizer Netzes wurden insgesamt 16 Clustern in Abhängigkeit von der jeweiligen Anschlussdichte je km² in fallender Größenordnung zugeordnet. Die Modellberechnungen ergaben, dass in der Schweiz ein Glasfaserausbau für ca. 60% der Bevölkerung wirtschaftlich profitabel darstellbar ist. Seinerzeit kam es insbesondere auch darauf an, die verschiedenen Varianten des Netzausbaus im Multifaseransatz und die Nutzung des Netzes durch verschiedene Kooperationspartner im Rahmen eines Co-Investment-Modells darzustellen.

¹ Siehe hierzu Ilic et al. (2009).

2.2 Der FTTH-Modellansatz von 2017

In der Studie aus 2017 stützten wir uns auf das NGA-Modell des WIK ab, das auf Basis derselben Modellierungsphilosophie wie das Modell aus 2009 nun die Abbildung verschiedener Breitbandtechnologien erlaubt. Das seinerzeit (2009) entwickelte FTTH-Modell für die Schweiz erlaubte nur FTTH Ethernet PtoP. Es wurde in 2017 daher um die Berechnungen zu einer FTTS- und einer FTTC-Architektur erweitert. Weiterhin wurden für die Berechnungen neue Parameterwerte am aktuellen Rand ermittelt und benutzt. Auf die Darstellung eines 4-Faseransatzes wurde verzichtet.

2.3 Das aktuelle WIK-NGA-Modell für die Schweiz

In der hier vorliegenden Studie wird das erweiterte, auf dem Modellansatz aus 2017 basierende NGA-Modell mit den neu implementierten Funktionalitäten verwendet. Es bestehen nun die Möglichkeiten FTTH Netze in PtoP und PtoMP Topologien zu berechnen. Beide Topologien können nun den Einfaser-Fall und den Vierfaser-Fall abbilden. Die PtoMP Topologie ist als PON Variante mit Splittern im Verzweiger ausgeführt. Die PtoP Topologie ist standardmäßig als aktives Netz ausgelegt, kann nun aber über eine Nebenrechnung auch Ergebnisse für ein passives Netz mit Splittern in der Schaltzentrale bestimmen. Die Möglichkeit zur Berechnung von FTTS/dp Netzen ist weiterhin möglich. Auch die Berechnung von FTTC Netzen ist weiterhin möglich, auch wenn das in der vorliegenden Studie aufgrund der gewählten Szenarien nicht verwendet wurde. Erstmals wurde für die Studie die Bestimmung wesentlicher Modellparameter durch eine Marktbefragung relevanter Fernmeldebetreiber durchgeführt.

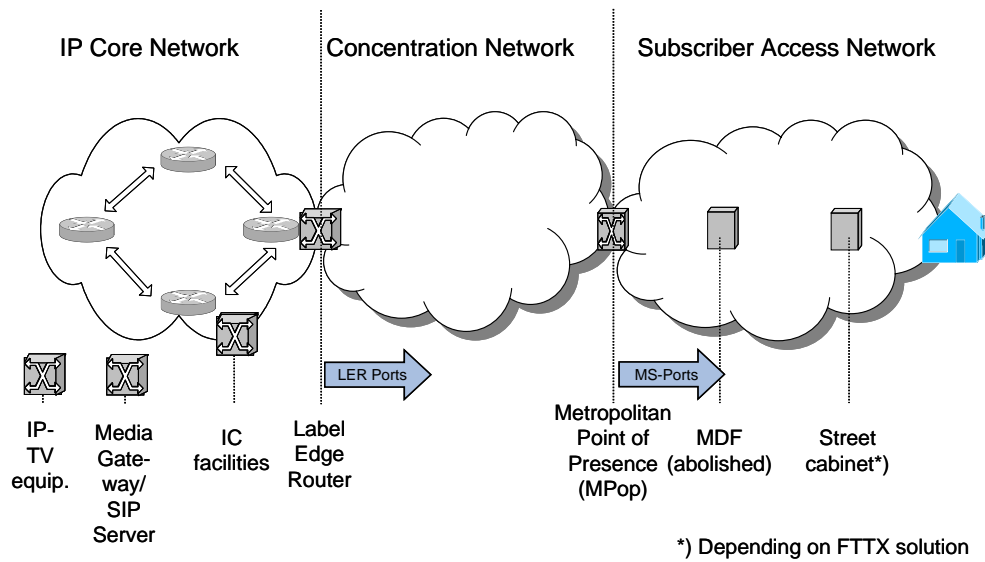
2.3.1 Der grundlegende Modellansatz

2.3.1.1 Netzstrukturen

Gegenüber den klassischen Telekommunikationsnetzen, bei denen für jede Nutzungsart (Sprache, Daten und TV) ein oder gar mehrere separate Netze aufgebaut wurden, übertragen moderne breitbandige Telekommunikationsnetze alle Dienste auf einem einzigen Multi Service Netz, das man daher auch als Next Generation Network (NGN) bezeichnet. Ergänzt wird ein derartiges Netz um einen breitbandigen Netzzugang, dem Next Generation Access (NGA). Abbildung 2-1 beschreibt das NGN/NGA bestehend aus IP Core Netz (Backbone Netz), Konzentrationsnetz sowie dem Teilnehmeranschlussnetz. Wesentlich kostenbestimmend für einen Glasfaserausbau ist das Teilnehmeranschlussnetz, das wir daher detailliert bottom-up modellieren. Dabei werden die Architekturen FTTS und FTTH unterschieden und für FTTH auch für verschiedene Topologien Ergebnisse berechnet. Das IP Core Netz und das Konzentrationsnetz sind weitgehend unabhängig von den gewählten Anschlussnetzvarianten. Wir nähern sie daher im Modell über die

Übertragungskosten je Kbit/s für die beiden Netzebenen an, die wir aus Benchmarks für entsprechende Netze aus der WIK-Datenbank bzw. aus einem generischen NGN-Modell gewonnen haben. Die Kosten für diese beiden zentralen Netzteile sind in einer Kostenfunktion abgebildet, die durch einen Fixkostenblock und variable Kosten je 10 Kbit/s (in der Hauptverkehrsstunde) definiert ist.

Abbildung 2-1: NGN/NGA-Netzarchitektur in der Übersicht



Quelle: WIK-Consult

Breitbandige Teilnehmeranschlussnetze nehmen immer Glasfaserverbindungen zu Hilfe, um die mit den althergebrachten Kupferadern verbundenen Bandbreitenbeschränkungen zu überwinden. Diese Architekturen bezeichnet man üblicherweise als FTTx Netze (Fiber to the x), wobei x den Endpunkt der Glasfaser aus der Sicht des Netzes zum Teilnehmer hin beschreibt. In der Schweiz existiert bereits ein weit reichendes FTTC (C steht für Curb oder Cabinet) Netz, nämlich das VDSL-Netz der Swisscom. Durch Einsatz der Vectoring-Technologie wird das FTTC-Netz noch leistungsfähiger. Dennoch ist dieses Netz bereits veraltet und wird daher in unseren Modellierungen nicht mehr als ausreichend leistungsfähiges Bestandsnetz berücksichtigt, sondern wird überbaut.

Als alternative Architektur des NGA-Netzes modellieren wir FTTS. Hierbei wird das Glasfasernetz über das Cabinet hinaus bis an den Straßenrand in der Nähe des Endkunden geführt. Typischerweise endet die Glasfaser hier in einem Schacht maximal ca. 200 m vom Standort des Endkunden entfernt. Übertragungstechnisch setzen die Betreiber bei FTTS typischerweise die G.fast-Technologie ein, bei der eine G.fast ONU in dem Schacht installiert wird, in welchem die Glasfaser endet und für den Weg von der ONU zum Endkunden das Kupferanschlussnetz für die letzten ca. 200 m genutzt wird.

Als wesentliche Architektur des Anschlussnetzes modellieren wir FTTH. Hierbei besteht das Anschlussnetz vom zentralen optischen Verteiler (ODF oder OLT am MPoP) bis zur Wohnung des Endkunden ausschließlich aus durchgehenden Glasfaserverbindungen.

FTTS und FTTH auf einer Faser je Teilnehmer sind die Netzarchitekturen des Ausgangsmodells von 2017. Sie werden wie folgt ergänzt:

a) Anpassung des Modells bzgl. der Parametrierung und dessen Anwendung

Die Bestimmung des bereits erreichten Ausbaustand mit unterschiedlichen Breitbandtechnologien (FttB, FttH, VDSL Vectoring, G.fast und DOCSIS 3.0) erlaubt wie schon 2017 die Bestimmung der noch erforderlichen Ausbaukosten. Für die dazu erforderlichen Nebenrechnungen wurden damals und sollen auch heute die Versorgungsdaten des Schweizer Breitbandatlases herangezogen werden. Zudem werden Ausbauziel-Szenarien abgestimmt, auf die hin der Kostenunterschied zu berechnen ist.

Für die Berechnungen werden die Eingabeparameter des Modells aus dem Jahr 2017 auf den aktuellen Stand gebracht. Dies betrifft zum einen die Kostenparameter für die Netzkomponenten und den notwendigen (ergänzenden) Tiefbau, aber auch die Kosten für Kabel und deren Verlegung sowie der weiteren Netzkomponenten, die zu einer modellrelevanten Eingangsgröße zusammengefasst werden, die sich nach den 16 nach Besiedlungsdichte zusammengefassten Gebieten (Cluster) unterscheiden können. Diese Daten werden aus einer vom BAKOM administrierten Konsultation der Schweizer Netzbetreiber Swisscom und Sunrise UPC sowie Quickline abgeleitet. Aus den Rückläufen wird eine standardisierte abgeglichene Antwort als Input in das Modell erstellt. Die Konsultation dient zudem der Abschätzung der Mitnutzungsmöglichkeiten bestehender passiver Infrastrukturen (Leerrohre/ Kabelkanäle, Schächte, Kabinetts), die bei einem Glasfaserausbau wiederverwendet werden könnten. Des Weiteren dient sie zur Erhebung relevanter Daten der Ertragsseite für die Bestimmung der Profitabilität des Breitbandausbaus, insbesondere zur Erhebung von ARPU, Vertriebskosten, Gemeinkostensätzen und anderen relevanten Kostenpositionen neben denen der Netztechnik und des Betriebes.

Zum anderen betrifft die Modellanpassung auch die Anzahl und die Lage der Endkundenstandorte und deren bisherige Versorgung. Diese Daten werden aus dem Breitbandatlas der Schweiz generiert und übernommen. Gleichfalls müssen die Netzstrukturdaten aus den Anschlussbereichen aktualisiert werden, die zur Anschlussbereich-spezifischen Befüllung des Modells benötigt werden. Der Input hierfür wurde, wie in 2017, vom BAKOM mit Hilfe des Teilnehmeranschlussnetzmodells aus Daten der Swisscom generiert und als Input vom WIK in das NGA-Modell eingepflegt.

b) Anpassung des Modells auf 4 Fasern je Anschluss und dessen Anwendung

Die Zielarchitektur des FTTH-Ausbaus beruht im Modell 2017 auf der FTTH Architektur mit einer Faser je Endkunde von der Wohnung bis zum Hauptverteiler. Für die Zwecke

der gegenständlichen Untersuchungen wurde das Modell um eine Variante mit 4 Fasern zwischen Wohnung und Hauptverteiler erweitert. Die Glasfaser reicht dann als 4er Bündel von der Endkunden-Wohnung zum Gebäude mit dem optischen Verteilerrahmen (ODF: Optical Distribution Frame) als unmittelbare individuelle, ungeteilte Verbindung. Optional können die 4 Fasern auch nur in der Teilnehmerzuführung von der Wohnung zum Faserverzweiger ausgebaut werden. Der Faserverzweiger teilt ein Feederkabel in einzelne Glasfaseranschlüsse für die Wohnungen auf (vgl. Abbildung 2-3).

c) Anpassung des Modells um eine Glasfaser PtoMP Topologie und dessen Anwendung

Das Modell von 2017 wird erweitert um eine Glasfaser Punkt-zu-Multipunkt (PtoMP) Topologie mit einer Faser je Wohnung. Bei dieser wird die Faser einer Wohnung mit jeweils anderen Fasern aus anderen Wohnungen (Kundenanschlüssen) in optischen Splittern, die an kleinen Zwischenverteilerstandorten auf dem Weg zum ODF angesiedelt sind, auf eine weiterführende Feeder-Faser zum ODF zusammengefasst. Die Zahl der so über Splitter zusammengefassten Fasern darf je nach GPON Standard das Splitting-Verhältnis 1:64, 1:128 oder 1:256 nicht überschreiten. Bei dem in diesen Modellierungen verwendeten XGS.PON ist das maximal zulässige Splittingverhältnis 1:128. Wir verwenden in der Modellierung ein Verhältnis von maximal 1:64, um wie ein konservativer Netzbetreiber Ausbaureserven und ein niedriges Sharing-Verhältnis zu berücksichtigen. Dieser Splitting-Faktor kann über einen einzigen Splitter im Zwischenverteiler erreicht werden, aber auch über mehrere kaskadierte kleinere Splitter, die über die Strecke von der Wohnung zum ODF verteilt sind. Dies könnte zum Beispiel im Keller eines Mehrfamilienhauses beginnen.² Der maximale Splittingfaktor darf dabei in keinem Fall überschritten werden.³ Um die Komplexität des Modells und der abgeleiteten Ergebnisse nicht übermäßig zu erhöhen und weil sich dadurch nur marginale Kostenunterschiede ergeben, verzichten wir im Modell auf die Kaskadierung der Splitter.⁴

d) Erweiterung des Modells auf 4 Fasern PtoMP und dessen Anwendung

Wie in Variante c) werden nun jedoch 4 Fasern je Wohnung auf jeweils separaten Splittern zusammengeführt. Es ist sichergestellt, dass nicht zwei Fasern (oder mehr) aus einer Wohnung auf dieselbe Feeder-Faser zusammengefasst werden, sondern dass je Wohnung 4 separate Stränge entstehen. Für die Splitter gelten die Rahmenbedingungen der

-
- ² Auch könnten alle Splitter am Standort des ODF aufgebaut sein. Die zugrundeliegende Glasfasertopologie wäre dann jedoch PtoP (s. weiter unten (f)).
 - ³ Beispiel: 4 Splitter mit jeweils 1:8 können mit einem Splitter 1:4 auf ein Splitting-Verhältnis von 1:32 zusammengeführt werden, mit einem Splitter 1:8 können 8 Splitter mit 1:8 auf ein Splittingverhältnis von 1:64 auf eine Faser aggregieren.
 - ⁴ Um ein realistisches Bild kaskadierter Splitter zu beplanen müssten die Dämpfungen der Splitter in das Layout des Anschlussnetzes einbezogen werden, was die Komplexität noch einmal erhöht. Derartige Planungsansätze liegen den Modellansätzen von 2009 und 2017 nicht zugrunde.

Variante c) entsprechend. Eine theoretisch je Feeder-Strang mögliche individuelle Splittergröße und Belegung wurde wegen der hohen Variantenvielzahl und sich daraus ergebenden Ergebnisvielfalt nicht vorgesehen.

Optional können die 4 Fasern auch nur in dem Anschlusssegment von der Wohnung zum Splitter ausgebaut werden. Mangels weiterführender Feeder-Fasern werden bei dieser Betrachtung auch die Splitter nicht unmittelbar realisiert, sondern erst dann, wenn an den möglichen Zusammenschaltungspunkten Nachfrage entsteht.

e) Nebenrechnung zum Modell auf 1 Fasern PtoP mit zentralen Splitttern

Für die Bestimmung der Kosten, Erlöse und Investitionen einer XGS.PON Lösung auf einer FTTH PtoP Glasfaser-Topologie bauen wir die Splitter zentral am ODF auf. Dies erlaubt eine flexible Nutzung der transparenten PtoP Fasern in entbundelter Form auch für andere Übertragungsverfahren. Diese Rechnung erfolgt nicht mit einem gesonderten bottom-up Modellmodul, sondern mit einer Nebenrechnung, die die Ergebnisse zweier Modellvarianten miteinander kombiniert. Dies reduziert den Modellierungsaufwand. Wir kombinieren die Investitionen und Kosten der Variante a) (1 Fasern PtoP) mit denen der GPON-Technologie entsprechend der Variante c), bei der jedoch die XGS.PON-Splitter nicht im Feld eingesetzt werden, sondern an zentraler Stelle im HVt den XGS.PON-OLTs vorgeschaltet werden. So wird die Anzahl aktiver Kundenports an den zentralen Systemen um den Splittingfaktor reduziert. An den Kundenenden bleiben die XGS.PON ONU/OLT wie in der Variante c) bestehen. Im Prinzip werden die Ergebnisse der passiven Glasfasernetzstruktur aus a) mit den Investitionen und Kosten der aktiven Netzarchitektur aus c) kombiniert, verändert um eine effizientere Beschaltung der Splitter und OLT in den HVt gegenüber Variante c). Die Zahl der erforderlichen Feeder-Fasern erhöht sich hier gegenüber der Variante c).

Die Bearbeitung dieser Variante (d) hängt von den für die vorausgesetzten Varianten gewählten Szenarien und Sensitivitäten ab, die, soweit gemeinsam, auch in dieser Variante (d) abgebildet werden. Sie ist in der Umsetzung eine Nebenrechnung und nicht als weitere Option im Modell parametrierbar.

f) Zusammenfassung der Varianten a) bis e)

Alle in dieser Studie konkret untersuchten Modellszenarien sind in Kapitel 3.2 dargestellt.

Für die FTTH Architektur werden folgende Topologien gerechnet:

- FTTH PtoP (als 1- und 4-Faser Ethernet Variante)
- FTTH PtoMP (als 1- und 4-Faser XGS.PON Variante mit verschiedenen Splitter-Konfigurationen)
- FTTH PtoP (als 1-Faser XGS.PON Variante)

Zusatzkosten für eine Vierfaserarchitektur fallen an bei der Inhaus-Verkabelung, für das Drop Kabel, für das Feederkabelsegment und für den MPoP an der Ortszentrale.⁵ Die (relativen) investiven Mehrkosten sind Cluster abhängig. Sie sind in den dichtest besiedelten Clustern am höchsten und sind in den dünn besiedelten Teilen des Landes am geringsten.

2.3.1.2 Strukturelle Modellparametrierung

2.3.1.2.1 Clusterbildung nach Anschlussdichte

Der insgesamt in der Schweiz adressierbare Markt für festnetzbasierende Breitbanddienste besteht aus allen Wohnungen, Geschäftskunden (Arbeitsstätten) und anderen Gebäuden, von denen derzeit nicht alle Festnetzdienste beziehen, sondern auch aus Kunden, die ihre Telekommunikationsdienste ausschließlich aus Kabel-TV-Netzen (cable only) oder Mobilfunknetzen (mobile only) beziehen oder die derartige Angebote generell nicht abnehmen. Wir haben diese Daten aktualisiert. Der von einem NGA-Netz potenziell adressierbare Markt für Anschlüsse ist deutlich größer als die Zahl der Anschlusskunden des kupferbasierten Festnetzes heute. Danach sind in der Schweiz derzeit ca. 6,2 Mio. Anschlüsse vorhanden bzw. adressierbar.

Der Markt selbst ist kleiner. Wie gerade erwähnt ist nicht davon auszugehen, dass alle potentiell adressierbaren Festnetzkunden auch tatsächlich einen Festnetzanschluss nachfragen. Diese Kunden beziehen ihren Telekommunikationsanschluss entweder ausschließlich von einem Kabelnetzbetreiber oder einem Mobilfunknetzbetreiber oder sie gehören zu der (verschwindend kleinen) Gruppe der Haushalte, die über keinen Telekommunikationsanschluss verfügen (wollen). Weiterhin gibt es Gebäude, die über einen klassischen Anschluss angebunden sind, der allerdings nicht nachgefragt wird. Alle in den Ergebnisdarstellungen dieser Studie enthaltenen Marktanteile beziehen sich dennoch auf den potentiell adressierbaren Markt, um Missverständnisse durch einen Wechsel der Bezugsbasis zu vermeiden. Der von uns modellierte Ausbau des NGA-Netzes sieht allerdings vor, dass jeder (potentiell) adressierbare Anschluss auch durch das Netz erreicht wird. Der modellierte Netzausbau folgt demnach dem „homes passed“ Konzept.

Die Profitabilität des Glasfaserausbaus in der Fläche hängt ganz wesentlich von den Kosten des Anschlussnetzes je Teilnehmer ab und wird damit wesentlich von der Anzahl der Haushalte je Trassenkilometer bestimmt, d.h. im Prinzip von der Anschlussdichte. Das Modell gliedert daher die Anschlussbereiche der Schweiz in 16 Gruppen (Cluster) abfallender Anschlussdichte nach dem Kriterium Anschlüsse pro km². In unserer Glasfaserstudie von 2009 haben wir die adressierbaren Kunden auf die einzelnen Gebäude unter Berücksichtigung der bestehenden aktiven und passiven Kundenanschlüsse mit Hilfe ei-

⁵ Dies gilt für den üblichen Zugang am MPoP.

nes GIS-Tools mit Straßen- und Gebäudeinformationen alloziert. Zu Vergleichbarkeitszwecken haben wir die Zuordnung der Anschlussbereiche zu einem Dichtecluster aus 2009 auch in 2017 übernommen. Für die aktuelle Studie haben wir die Zuordnungslogik ebenfalls beibehalten, jedoch eine Aktualisierung der Zuordnung vorgenommen. Hierzu haben wir die Zuordnung der Anschlüsse zu den Anschlussbereichen den geocodierten Angaben des aktuellen Breitbandatlas entnommen. Daraus folgen gewisse Verschiebungen in der Zuordnung von Anschlüssen bzw. Anschlussbereichen zu Dichteclustern, die allerdings überschaubar geblieben sind, so dass aus unserer Sicht die Vergleichbarkeit zu den vorhergehenden Ergebnissen gewahrt bleibt.

Nachfolgend tabellarisch dargestellt sind die nach abnehmender Dichte sortierten Cluster sowie die auf jedes Cluster entfallenden Anschlusszahlen und die Zahl der ihnen zuordenbaren Anschlussbereiche (Schaltzentralen). Die Summe über alle Cluster hinweg entspricht der Gesamtzahl aller potentiell anschließbaren Nutzungseinheiten (Wohnungen, Arbeitsstätten und sonstige Gebäudeanschlüsse) bzw. Anschlussbereiche (siehe Tabelle 2-1).

Tabelle 2-1: Clustering nach Anschlussdichte (Werte pro Cluster)

Cluster	Clusterdichte (pot. Anschlüsse pro km ²)	Anzahl pro Cluster			
		Potentielle Anschlüsse	in %	Anschluss- bereiche	in %
1	7000	150.832	2%	11	1%
2	4000	370.408	6%	21	1%
3	2500	349.118	6%	29	2%
4	1600	409.333	7%	36	2%
5	1150	406.313	6%	39	3%
6	800	406.382	6%	46	3%
7	600	459.634	7%	56	4%
8	470	399.771	6%	59	4%
9	370	276.649	4%	46	3%
10	280	439.550	7%	92	6%
11	220	367.943	6%	83	6%
12	150	514.441	8%	152	10%
13	100	516.006	8%	160	11%
14	60	545.244	9%	224	15%
15	30	391.625	6%	210	14%
16	<30	257.033	4%	227	15%
		6.260.282	100%	1.491	100%

Quelle: WIK, BAKOM

Kumulierte Anschluss- und Anschlussbereichszahlen sind in Tabelle 2-2 dargestellt. Diese Tabelle zeigt, dass an die dichtesten 297 Schaltzentralen, also etwa 20% aller Anschlussbereiche, bereits knapp die Hälfte der potentiellen Anschlüsse angebunden

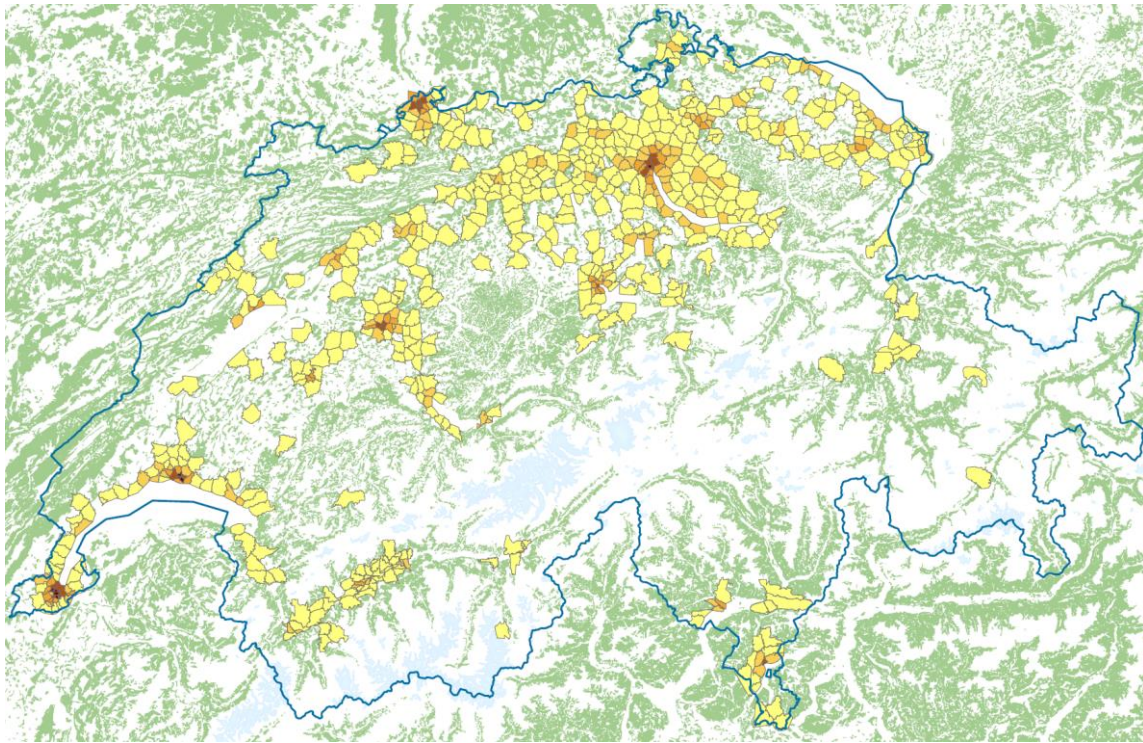
sind. Erschließt der Netzbetreiber dagegen die dichtesten 518 Anschlussbereiche (35% der Schaltzentralen), erreicht er damit knapp 64% der Bevölkerung. Die hier beschriebene Verdoppelung der Schaltzentralen führt zu einem unterproportionalen Anstieg der potentiell adressierbaren Haushalte. Der Effekt resultiert aus der Clusterstruktur, bei der die Anschlussbereiche nach abnehmender Dichte sortiert sind.

Tabelle 2-2: Clusterung nach Anschlussdichte (kumulierte Werte)

Cluster	Clusterdichte (pot. Anschlüsse pro km ²)	Potentielle Anschlüsse	Anzahl (kumuliert)		
			in %	Anschluss- bereiche	in %
1	7000	150.832	2%	11	1%
2	4000	521.240	8%	32	2%
3	2500	870.358	14%	61	4%
4	1600	1.279.691	20%	97	7%
5	1150	1.686.004	27%	136	9%
6	800	2.092.386	33%	182	12%
7	600	2.552.020	41%	238	16%
8	470	2.951.791	47%	297	20%
9	370	3.228.440	52%	343	23%
10	280	3.667.990	59%	435	29%
11	220	4.035.933	64%	518	35%
12	150	4.550.374	73%	670	45%
13	100	5.066.380	81%	830	56%
14	60	5.611.624	90%	1.054	71%
15	30	6.003.249	96%	1.264	85%
16	<30	6.260.282	100%	1.491	100%

Quelle: WIK, BAKOM

Im Grundsatz erkennt man an der steigenden Zahl von Anschlussbereichen in den dünner besiedelten Clustern, dass diese auch einen immer größer werdenden Teil der Fläche einnehmen. Abbildung 2-2 veranschaulicht diesen Zusammenhang graphisch.

Abbildung 2-2: Flächenabdeckung der Cluster 1 – 12 (> 150 pot. Anschlüsse/km²)

Quelle: WIK-Consult

2.3.1.2.2 Anzahl der MPoP

Der Einsatz von Glasfasern im Anschlussnetz überwindet die Längenbeschränkungen der Kupferleitungen. Dies eröffnet Effizienzsteigerungen durch längere Anschlussleitungen als bisher und dadurch geänderte Netztopologien. Wir gehen davon aus, dass gegenüber den für (A)DSL bestehenden Längenbeschränkungen von ca. 4 km bei Kupferkabeln Glasfaserstrecken mit preiswerten Standardschnittstellen über eine Distanz bis ca. 40 km wirtschaftlich betrieben werden können⁶. Um Skaleneffekte zu erreichen und die aktive Technik auf weniger Standorte zu konzentrieren, gehen wir daher davon aus, dass kleine Schaltzentralen mit 1.000 oder weniger Teilnehmern keinen MPoP bilden, sondern passive Netzknoten bleiben, so dass sich die Zahl der modellrelevanten MPoP um 490 Schaltzentralen verringert, deren Teilnehmer auf die nächstgelegene Schaltzentrale mit mehr als 1.000 Teilnehmern weitergeführt werden. Alle Schaltzentralen mit weniger als 1.001 Anschlüssen liegen in den weniger dicht besiedelten Gebieten der Schweiz (ab Cluster 9 mit weniger als 470 potenziellen Anschlüssen/km²), 449 davon sogar in Gebieten mit weniger als 100 potentiellen Anschlüssen/km². Wir haben im Rahmen eines Optimierungsansatzes diese insgesamt 490 Knotenpunkte auf nächstgelegene MPoPs

⁶ Mit entsprechend hochwertigen Schnittstellen für Glasfaserstrecken können heute bereits mehrere 100 km ohne Zwischenverstärker überbrückt werden, im Seekabelbereich über 1'000 km. Diese Schnittstellen sind aber für den Massenmarkt des Zugangsnetzes zu teuer.

aggregiert. Diese Aggregation wird allen von uns betrachteten NGA-Architekturen gleichermaßen zugrunde gelegt und ist bereits im Modellansatz von 2009 angelegt.

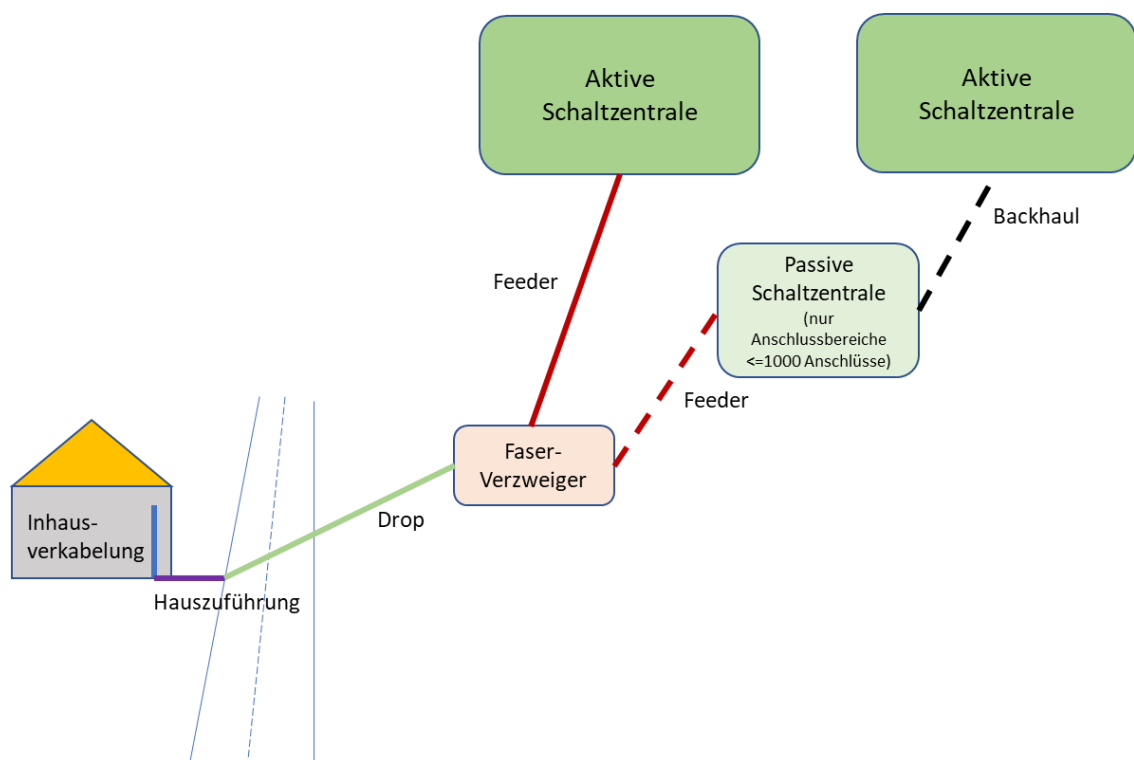
2.3.1.2.3 Trassenlängen

Die Trassenlängen in den zu betrachtenden Technologien (FTTS und FTTH) sind wegen der verschiedenen Topologien unterschiedlich. Im Einzelnen geht es hier um die Parameter „Average trench length per Distribution Point“ und „Average drop cable length“. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden für FTTS und FTTH PtoP die Längen je Cluster aus dem BAKOM-Modell (2017) übernommen.

Für die FTTH Point-to-Multipoint Architekturen wurde für das Splitting-Verhältnis 1:64 angenommen, dass die Trassenlängen derjenigen der Fasertopologie von FTTH PtoP entsprechen und bei den Splitting-Verhältnissen 1:32 und 1:16 wurden die Trassenlängen der FTTS Fasertopologie unterstellt. D.h. die Splitter werden jeweils dort aufgebaut, wo sich die Faserverzweiger der Topologie-ähnlichen Netze befinden.

Die folgende Grafik veranschaulicht die topologischen Zusammenhänge:

Abbildung 2-3: Netzabschnitte im Anschlussnetz



Quelle: WIK-Consult

2.3.1.2.4 Kabelgrößen, Leerrohre und Kabelgräben

Grundsätzlich ist im Modell ein Standardgraben vorgesehen, der bis zu acht Kabel in Rohrzügen aufnehmen kann. Hierbei wird standardmäßig von einer Verlegung in Leerrohren ausgegangen. Bei Mehrbedarf bestimmt das Modell endogen die entsprechenden Erweiterungen.⁷

Das Drop Kabel besteht bei der Architektur FTTS aus den noch bestehenden Kupferdoppeladern und wird im Modell durch die entsprechende regulierte Subloopmiete bzw. eines angemessenen Bruchteils davon (2/3) bei FTTS berücksichtigt. Bei FTTH wird im Drop Kabel im Einfaserfall je Haushalt eine Faser vorgesehen bzw. im Vierfaserfall entsprechend vier Fasern. Dem Faserbedarf auf den einzelnen Netzsegmenten folgend können mehrere Kabel benötigt werden, deren Anzahl das Modell endogen bestimmt.

Für die Vierfaservarianten bzw. für die FTTH PtoMP Architektur verwenden wir clusterbezogene Zu- bzw. Abschlagfaktoren. Im Vierfaserfall werden die Gräben tendenziell größer ausfallen als beim Einfaserfall. Bei der FTTH PtoMP Architektur werden die Gräben im Feeder tendenziell kleiner ausfallen als bei der FTTH PtoP Architektur. Die in den Szenarien mit zentralem Splitter in der Schaltzentrale (FTTH PtoP PON) verwendete Ansatz entspricht exakt dem Ansatz der Kabel- und Grabendimensionierung bei FTTH PtoP.

2.3.2 Konzentrations- und Kernnetz

2.3.2.1 Kosten des Konzentrationsnetzes

Das Konzentrationsnetz verbindet das glasfaserba-sierte Teilnehmeranschlussnetz und das Kernnetz und ist konzeptionell zwischen MPoP und dem Broadband Remote Access Server (BRAS) angesiedelt. Kosten für die Verkehrsübertragung sind als volumenbezogener, variabler Kostensatz je angefangene 10 Kbit/s im Modell dargestellt. Insgesamt ergeben sich monatliche Kosten pro Kunde als Produkt aus eben diesem Kostensatz und dem kundenbezogenen Verkehr in der Busy Hour. Der Busy Hour Verkehr ist der statistische Verkehr, den ein durchschnittlicher Kunde in der auslastungsbezogenen Hauptverkehrszeit verursacht und anhand dessen die konzeptionelle Netzdimensionierung erfolgt. Hinzu kommt ein angenommener Fixkostenanteil für das nationale Konzentrationsnetz, sowie ein über die pro IP-TV-Kanal benötigte Bandbreite berechneter Fixkostenanteil.

⁷ Das Modell gleicht hierin dem von 2009 bzw. 2017.

2.3.2.2 Kosten des Kernnetzes

Netzseitig vom BRAS befindet sich das Backbone-Netz, dessen volumengetriebene Übertragungskosten im Modell konzeptionell identisch sind mit denen im Konzentrationsnetz. Auch hier ergeben sich kundenbezogene Transmissionskosten aus Übertragungskosten je angefangene 10 Kbit/s und dem Busy Hour Verkehrsaufkommen eines angenommenen Durchschnittskunden. In Analogie zu den Übertragungskosten für das Konzentrationsnetz gehen auch Übertragungskosten für das Backbone-Netz als monatliche, kostenseitige Position in die Modellberechnung ein. Hinzu kommt hier ebenfalls ein angenommener Fixkostenanteil für das nationale Kernnetz, sowie ein über die pro IP-TV-Kanal benötigte Bandbreite berechneter Fixkostenanteil.

Dienste im Konzentrations- und Kern-Netz: Konzeptionell gleich sind die variablen Anteile beider Kostenpositionen auch darin, dass das zugrunde liegende Verkehrsaufkommen nur Voice- und Internet-Dienste (inkl. Video on Demand), jedoch kein IP-TV berücksichtigt. Der Grund verbirgt sich hinter den unterschiedlichen technischen Konzeptionen und Aussendungsarten des IP-TV Dienstes und der beiden anderen Dienste. IP-TV (inkl. Pay-TV) ist ein Broadcast-Dienst, das heißt er verteilt sich unabhängig von TV nachfragenden Kundenzahlen im NGN-Netz. Voice- und Internet-Dienste sind dagegen kundengerieben. Weiter unterscheidet sich das Nutzungsverhalten von IP-TV gegenüber anderen Diensten darin, dass sich IP-TV backboneseitig fächerartig ausbreitet bis zur kundendedizierten Inhouseverkabelung, während sich Voice- oder Internet-Dienste nicht fächerartig, sondern mittels technischer Punkt-zu-Punkt Verbindungen ausbreiten. Voice- und Internet-Dienste erzeugen die gleiche Verkehrsbelastung je Kunde unabhängig von der betrachteten Netzebene. Ungleich ist sie dagegen beim IP-basierten Fernsehdienst, weil dessen fächerartige Ausbreitung zu unterschiedlichen IP-TV-Verkehrsvolumina je Kunde pro betrachteter Netzebene führt.

2.4 Wesentliche ökonomische Modellparameter

2.4.1 ARPU

Profitabilität und Reichweite des Glasfaserausbaus werden ermittelt unter Rückgriff auf die mit dem Ausbau verbundenen Kosten einerseits und den zu erwartender Erträge aus realisierten Diensten andererseits. Der hier angenommene Ertrag (Average Revenue per

User (ARPU)) ist ein Mischwert, der sich anteilig aus Erträgen für Single Play (VoIP), Double Play (VoIP und Internetdatendienst) und Triple Play (VoIP, Internet, IP-TV) ergibt.

Als Ergebnis der Marktbefragung wurde der ARPU mit 76 CHF berücksichtigt.

2.4.2 WACC

Der WACC spiegelt das Risiko auf zu tätige Investitionen wider. Spezifische Risiken, die im Rahmen des Aufbaus eines NGA-Netzes berücksichtigt werden können, sind

- das Risiko, ausreichende Marktanteile erzielen zu können,
- das Risiko, dass Endnutzer eine hinreichende Zahlungsbereitschaft für Dienste haben,
- das regulatorische Risiko und ggf.
- weitere spezifische Risiken spezieller Geschäftsmodelle.

Der WACC wurde mit 5,5% berücksichtigt. Dieser entspricht dem in der Modellierung von 2017 gewählten Wert, welcher erneut plausibilisiert wurde.

2.4.3 Market Share

Während in den bisherigen Studien ein einheitlicher adressierbarer Markt für alle Cluster und auch für alle Technologien angenommen wurde, wurde dies in Rahmen der aktuellen Untersuchung differenzierter angenommen.

Grundsätzlich werden für die jeweiligen Cluster Annahmen zu „Mobile Only Haushalten“ und „Verweigerern“ getroffen. Hierbei sind Mobile Only Haushalte solche, die potenziell keine Festnetzanschluss nachfragen werden, da alle ihre Dienste über Mobilfunk realisiert werden. Die sogenannten Verweigerer sind solche Haushalte, die grundsätzlich keinen Anschluss nachfragen werden. Weder fest noch mobil. Dieser Anteil wird jedoch als sehr gering eingeschätzt. Weiterhin können aus den Daten des Breitbandatlases Gebäude identifiziert werden, für die zwar eine bestehende Versorgung dokumentiert ist, diese jedoch nicht nachgefragt wird. Dabei kann es sich z.B. um Nebengebäude, Scheunen oder auch Ferienhäuser handeln. Alle diese Anschlüsse werden nicht als potentielle Subscriber angesehen und daher von den aktuell im Breitbandatlas verzeichneten Anschlüssen zur Bestimmung der potenziellen Subscriber abgezogen.

Die so ermittelten potenziellen Subscriber liegen jedoch etwas oberhalb der in der öffentlichen Diskussion verwendeten rund 4,7 Mio. nachgefragten Anschlüsse. Daher wurde noch eine Skalierung auf ebendiese 4,7 Mio. Anschlüsse durchgeführt.

Für die beiden ersten Szenarien, bei denen auch die mit DOCSIS 3.1/4.0 (COAX) Anschlüsse zum Ausbaugbiet hinzugerechnet werden, wurde zusätzlich eine Abschätzung in Bezug auf die Kunden in den Kabelausbaugebieten durchgeführt.

Aus dem Breitbandatlas ist die Anzahl der mit COAX als höchstwertigstem verfügbaren Anschluss versorgten Anschlüsse bekannt. Diese Anzahl liegt ebenfalls oberhalb der in der öffentlichen Diskussion verwendeten rund 1,5 Mio. nachgefragten COAX Anschlüsse. Daher wurde auch hier eine Skalierung auf ebendiese 1,5 Mio. Anschlüsse durchgeführt. Weiterhin wird angenommen, dass nicht alle potenziellen Kunden in den Gebieten, in denen im Szenario 1 bzw. 2 nach erfolgtem Ausbau FTTH PtoP und COAX parallel zueinander existieren würden, auch tatsächlich FTTH PtoP nachfragen werden. In der Betrachtung wurde davon ausgegangen, dass nur 1/3 der Kunden tatsächlich auf die neue Glasfasertechnologie wechseln wird und der Rest auf COAX verbleibt.

Daher ergeben sich unterschiedliche angenommene adressierbare Marktanteile je Cluster für die Szenarien 1 und 2, in denen COAX durch FTTH überbaut wird, und den restlichen 28 Szenarien:

Tabelle 2-3: Bestimmung des adressierbaren Marktes

		Anteil "Verweigerer": 1%										
Cluster	Anschlüsse (Breitbandatlas)	Geschätzter Anteil Mobile Only	Anteil "Verweigerer" plus Gebäude mit Anschluss aber ohne Nachfrage	Potentielle Subscriber ohne Mobile Only und Verweigerer	Potentielle Subscriber ohne Mobile Only und Verweigerer Skaliert auf 4,73 Mio.	Adressierbarer Markt ohne Mobile Only und Verweigerer (außer Szenarien 1 & 2)	Anteil COAX (Breitbandatlas)	Anzahl COAX (Breitbandatlas)	Anzahl COAX Skaliert auf 1,5 Mio.	Geschätzter Anteil wechselwillige COAX Szenario 1	Potenzielle Subscriber ohne Mobile Only, Verweigerer und COAX (nur Szenarien 1 & 2)	Adressierbarer Markt ohne Mobile Only, Verweigerer und COAX (nur Szenarien 1 & 2)
1	150.832	10,0%	1,9%	132.908	125.300	83,1%	5,4%	8.175	5.767	33,3%	123.379	80,5%
2	370.408	9,7%	3,4%	322.030	303.595	82,0%	8,5%	31.572	22.273	33,3%	296.178	78,0%
3	349.118	9,3%	3,7%	303.755	286.366	82,0%	12,2%	42.444	29.943	33,3%	276.395	76,3%
4	409.333	9,0%	6,1%	347.397	327.509	80,0%	21,9%	89.515	63.150	33,3%	306.480	69,7%
5	406.313	8,7%	7,3%	341.410	321.865	79,2%	32,0%	129.926	91.658	33,3%	291.343	64,2%
6	406.382	8,3%	9,2%	335.274	316.081	77,8%	33,9%	137.888	97.275	33,3%	283.688	61,8%
7	459.634	8,0%	9,2%	380.365	358.590	78,0%	37,6%	172.911	121.982	33,3%	317.970	60,3%
8	399.771	7,7%	10,2%	328.266	309.474	77,4%	45,8%	183.129	129.191	33,3%	266.453	55,9%
9	276.649	7,3%	11,4%	224.936	212.059	76,7%	45,0%	124.448	87.794	33,3%	182.824	55,5%
10	439.550	7,0%	12,3%	354.595	334.295	76,1%	41,4%	181.933	128.347	33,3%	291.556	56,6%
11	367.943	6,7%	12,8%	296.193	279.237	75,9%	46,6%	171.440	120.945	33,3%	238.962	54,0%
12	514.441	6,3%	16,6%	396.703	373.993	72,7%	45,2%	232.514	164.030	33,3%	319.371	51,4%
13	516.006	6,0%	19,0%	387.214	365.047	70,7%	46,7%	240.989	170.009	33,3%	308.434	48,8%
14	545.244	5,7%	21,2%	398.848	376.016	69,0%	39,2%	213.559	150.658	33,3%	325.846	50,5%
15	391.625	5,3%	22,9%	280.901	264.820	67,6%	30,0%	117.365	82.797	33,3%	237.249	53,5%
16	257.033	5,0%	22,5%	186.425	175.753	68,4%	18,9%	48.453	34.182	33,3%	164.370	59,5%
Summe Mittel	6.260.282	7,4%	12,5%	5.017.221	4.730.000	75,6%	34,0%	2.126.261	1.500.000	33,3%	4.230.500	59,6%

Quelle: WIK, BAKOM

2.4.4 Retailkosten

Kosten für Customer Care, Order Management, Clearing und Kundensupport sind im Modell erfasst. Sie sind dort unter dem Oberbegriff Retail Kosten zusammengefasst. Der hierfür angesetzte Wert ist als monatlich wiederkehrender Aufwand je Kunde im Modell implementiert.

Die Retailkosten wurden mit 10,15 CHF pro Monat berücksichtigt.

2.4.5 Variable Kosten je Kunde

Generell gehen wir davon aus, dass ein Netzbetreiber ein Cluster zu 100% der adressierbaren Kunden ausbaut, denn jeder von ihnen könnte im Prinzip als Kunde gewonnen werden und sein Anschluss soll nicht durch langanhaltende Baumaßnahmen verzögert werden (100% homes passed). Dennoch ergeben sich zusätzlich variable Kosten für die Anschaltung der einzelnen Kunden. Der Netzbetreiber stellt ausschließlich für realisierte und angeschlossene Kunden aktives Equipment zur Verfügung (z.B. den Teilnehmerport im Ethernet Switch des MPoP (FTTH) bzw. der ONU (FTTS) und das CPE). Aufwendungen für diese Ausstattungen behandelt das Modell also als variable Investitionen. Variabel sind auch die Kosten für die Inhaus-Verkabelung im Fall von FTTH und die Mietkosten für den Subloop bei FTTS. Bei FTTH PtoP erfasst das Modell optische Verteiler im MPoP so, dass auf der Haushaltsseite jeder Haushalt auf Ports abgelegt wird. Die zur Netzseite zeigenden Ports wachsen hingegen mit der Anzahl tatsächlich realisierter Kunden. Die Betreiber installieren hier bei Bedarf einen Port sowie ein Patchkabel je Kunde. Die variablen Kosten je Kunde unterscheiden sich je nach der Architektur, sind aber im Vergleich mit den Kosten, die der Grundausbau (homes passed) im Ausbaubereich erfordert, gering. Grundsätzlich sind sie umso größer, je weniger Glasfaserstrecke installiert ist und auf bestehende Kupferadern gesetzt wird.

2.4.6 Kabelverlegung

Tiefbauarbeiten haben beim Neubau eines Netzes grundsätzlich den größten Anteil an den Investitionen. Für Modellergebnisse von hoher Qualität ist deshalb entscheidend, diese Position möglichst genau abzubilden. Eingang in die Berechnung der Tiefbauinvestitionen fanden Trassenlängen und Preise für Tiefbau- und Verlegearbeiten, die hierfür relevante Ausgangswerte darstellen. Aufwendungen für Abzweigmuffen, Kabelschächte sowie deren durchschnittlicher Abstand untereinander sind im Modell explizit als Investitionsparameter berücksichtigt.

Die ermittelte Höhe der Preise sowie die strukturellen Parameter der Tiefbauverlegung unterscheiden sich nach unserer Einschätzung von Cluster zu Cluster. Höher ist in dünn besiedelten Gebieten beispielsweise der relative Anteil nicht asphaltierter Flächen, was

den durchschnittlichen Preis pro Verlegemeter gegenüber städtischen Gebieten senkt. Auszugehen ist auch von kleiner dimensionierten Kabelschächten in ländlichen Gebieten, weil hier die Anzahl Haushalte und damit auch die der Fasern pro km² sinkt.

Luftkabel sind zwar grundsätzlich eine weitere Möglichkeit zur Glasfasererschließung von Gebäuden und es sind vergleichsweise geringe Investitionen mit dieser Verlegeart verbunden. Nicht zu erwarten ist jedoch, dass in der Schweiz Genehmigungen für neue Masten ausgestellt werden, vielmehr ist ein gegenläufiger Trend zu erkennen. Die Studie berücksichtigt nun keine Nutzung von Luftkabeln mehr für das Glasfasernetz.

Die Kosten der Tiefbauarbeiten werden Cluster-spezifisch berücksichtigt, siehe Kapitel 2.5.

2.4.7 Inhausverkabelung

Die Installation von Glasfasern innerhalb des Gebäudes, die Inhausverkabelung, berücksichtigt das Modell als Kosten des Glasfaserausbaus. In Absprache mit dem BAKOM wird in der vorgelegten Modellierung angenommen, dass diese vom Netzbetreiber getragen werden. Sie sind also vom ARPU zu decken. Sie fallen erst an, wenn der erste Kunde im Gebäude akquiriert ist, und nicht bereits beim flächendeckenden Erschließen eines Ausbaugebietes. Diese Parametrierung des Modells reflektiert daher den für die Netzbetreiber wirtschaftlich ungünstigeren Fall, den worst case.

Die Kosten der Inhausverkabelung wurden Cluster-Spezifisch berücksichtigt, siehe Kapitel 2.5.

2.4.8 Kosten für die Inanspruchnahme des Kupferanschlussnetzes

Bei der FTTS-Architektur wird das bestehende Drop-Kabel des Kupferanschlussnetzes teilweise genutzt. Nur bis zu den jeweiligen aktiven Netzknoten wird das Glasfasernetz ausgebaut. Für den Kupfernetzabschnitt sind keine (neuen) Investitionen zu tätigen. Die Kupferdoppeladern werden vielmehr bei der Swisscom angemietet. Auch wenn die Opportunitätskosten der Swisscom im Fall der Eigennutzung für FTTS andere sein mögen, unterstellen wir auch bei ihr eine entsprechende (Eigen-) Anmietung. Diese Anmietungskosten gehen als OPEX in die relevanten Kosten der Erbringung der Breitbandzugangsleistungen an.

Für das Kupfernetz gibt es für die gesamte TAL (Endkunde bis Schaltzentrale) sowie den Sub-loop bis zum Cabinet der Regulierung unterliegende aktuelle Preise von Swisscom (siehe Tabelle 2-4). Den kürzeren SSLU-Abschnitt setzen wir, der Kostenstruktur folgend, mit zwei Drittel des Wertes des Sub-loop an (Annahme, wie schon 2017).

Tabelle 2-4: Mietkosten für das Drop-Kabel Segment

LLU:	12,70 CHF
SLU:	10,50 CHF
SSLU:	$2/3 * 10,50 \text{ CHF} = 7 \text{ CHF}$

Quelle: WIK, BAKOM

Zusätzliche Kosten für die Inhausverkabelung entstehen in diesen Fällen nicht. Die Kosten für die Kupferverkabelung gehen nur dann in die Kosten des Netzes ein, wenn auf ihnen Kunden angeschaltet werden (variable Kosten).

2.5 Ergebnisse der Marktabfrage der Inputparameter im Detail

Zu Beginn des Projektes wurden zwei umfassende Fragebögen zur Parameterabfrage bei den Marktbeteiligten erstellt. Adressat des ersten Fragebogens war das BAKOM. Der zweite Fragebogen wurde an 9 Unternehmen versendet, von denen 4 teilweise Antworten und 5 keine Parameter zurückgemeldet haben.

Zur Vereinfachung war der Fragebogen für die Unternehmen, dort wo nötig, nicht in 16 Cluster gefächert, sondern nur in 4 jeweils mit den Nachbarclustern aggregierte Cluster. Bei der Auswertung der Fragebogenrückläufer wurde diese Aggregation wieder auf 16 Cluster des Modells extrapoliert.

Aus der Fülle der zurückgemeldeten Werte wurden die nachfolgend dargestellten Parameter für die Modellierung aufbereitet.

2.5.1 Globale Inputparameter

Tabelle 2-5: Inputparameter WACC und ARPU

WACC	5,50%
ARPU	76 CHF

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-6: Inputparameter Aufschlag für Gemeinkosten

Common cost mark-up on CAPEX and OPEX	6%
---------------------------------------	----

Quelle: WIK

Tabelle 2-7: Inputparameter Aufschlag OPEX auf direkte und indirekte Investitionen

OPEX mark-ups on direct investments:	
OPEX mark-up on optical splitter	1%
OPEX mark-up on passive equipment	0,50%
OPEX mark-up on active equipment	8%
OPEX mark-ups on indirect investments:	
OPEX mark-up on motor vehicles	11%
OPEX mark-up on office equipment	11%
OPEX mark-up on workshop equipment	11%
OPEX mark-up on IT network support equipment	11%
OPEX mark-up on network management equipment	30%

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-8: Inputparameter Ökonomische Lebensdauer von direkten Investitionen

Economic lifetimes for direct investments:	
G.fast DSLAM	
G.fast DSLAM	5 years
Network sided cards	5 years
Inhouse cabling	
Fibre cabling -without CPE-	35 years
Splicing works in basement	35 years
CPE	5 years
Drop cable segment	
Distribution sleeves	40 years
Manholes	40 years
Trenches/fibre deployment	40 years
Distribution point	
Distribution point - No equipment	20 years
FTTH PtoMP PON: Outdoor splitter	30 years
FTTS handhole/manhole/cabinet	40 years
Feeder cable	
Sleeves	40 years
Manholes	40 years
Trenches/fibre deployment	40 years
Backhaul	
Manholes	40 years
Trenches/fibre deployment	40 years
MPoP	
ODF Customer sided port	35 years
ODF Network sided port	35 years
ODF patch cable	20 years
Ethernet switch	7 years
OLT equipment	7 years
Floorspace Invest	20 years
Splitter	35 years
Backbone	
IPTV equipment	6,33 years

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-9: Inputparameter Erwartete jährliche Preisänderung für direkte Investitionen

Expected price change per Year for direct investments:	
G.fast DSLAM	
G.fast DSLAM	0,0%
Network sided cards	0,0%
Inhouse cabling	
Fibre cabling -without CPE-	-1,0%
Splicing works in basement	1,0%
CPE	-1,5%
Drop cable segment	
Distribution sleeves	-0,7%
Manholes	2,0%
Trenches/fibre deployment	2,0%
Distribution point	
Distribution point - No equipment	2,0%
FTTH PtoMP PON: Outdoor splitter	-1,5%
FTTS handhole/manhole/cabinet	2,0%
Feeder cable	
Sleeves	-0,7%
Manholes	2,0%
Trenches/fibre deployment	2,0%
Backhaul	
Manholes	0,0%
Trenches/fibre deployment	0,0%
MPoP	
ODF Customer sided port	-1,5%
ODF Network sided port	-1,5%
ODF patch cable	-2,0%
Ethernet switch	-1,5%
OLT equipment	-1,5%
Floorspace Invest	-1,0%
Splitter	-1,5%
Backbone	
IPTV equipment	-1,5%

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-10: Inputparameter Zuschlagsätze auf direkte Investitionen für indirekte Investitionen

Indirect investment mark-ups on direct investment:	Motor vehicles	Office equipment	Workshop equipment	IT network support equipment	Network management equipment
G.fast DSLAM					
G.fast DSLAM	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Network sided cards	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Inhouse cabling					
Fibre cabling -without CPE-	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Splicing works in basement	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
CPE	0,5%	0,5%	0,5%	1,5%	2,0%
Drop cable segment					
Distribution sleeves	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Manholes	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Trenches/fibre deployment	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Distribution point					
Distribution point - No equipment	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
FTTH PtoMP PON: Outdoor splitter	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
FTTS handhole/manhole/cabinet	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Feeder cable					
Sleeves	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Manholes	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Trenches/fibre deployment	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Backhaul					
Manholes	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Trenches/fibre deployment	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
MPoP					
ODF Customer sided port	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
ODF Network sided port	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
ODF patch cable	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Ethernet switch	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
OLT equipment	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Floorspace Invest	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Splitter	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%
Backbone					
IPTV equipment	0,5%	0,5%	0,5%	1,5%	2,0%

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-11: Inputparameter Erwartete Nutzungsdauern für indirekte Investitionen

Economic lifetimes for indirect investments:	
motor vehicles	5 years
office equipment	6 years
workshop equipment	5 years
IT network support equipment	5 years
network management equipment	7 years

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-12: Inputparameter Erwartete jährliche Preisänderung für indirekte Investitionen

Expected price change per Year for indirect investments:	
motor vehicles	0%
office equipment	0%
workshop equipment	0%
IT network support equipment	0%
network management equipment	0%

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-13: Inputparameter Investition Hauseinführung, Quadratmeterpreis MDF, Vertriebskosten

Invest in building lead-in per building	200 CHF
Invest per m² floorspace for MDF	5.000 CHF
Average retail cost per subscriber per month	10,15 CHF

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-14: Inputparameter Kosten für Customer Premise Equipment

CPE investments	
Router for FTTH Ethernet	130,00 CHF
ONU/ONT for FTTH PON	189,00 CHF
G.fast Router for FTTS	111,50 CHF

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-15: Inputparameter Kosten für FTTS-Verzweiger

Average investment in DP for FTTS (G.fast)	4.250,00 CHF
---	--------------

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-16: Inputparameter Investitionen und Parameter an Schaltzentralen

MPoP investments and parameters	
Average ODF investment per customer sided port	17,00 CHF
Patchcable investment per subscriber	19,00 CHF
Base floorspace per MPoP	30m ²
Share of base floorspace allocated to ODF	50%
Floorspace per rack	20,5m ²
Monthly cost for floorspace per m ²	136,20 CHF
Price per kWh of energy	0,30 CHF
Number of OLT ports per card	16
Investment per OLT port	1.308,33 CHF
Investment per 1 Gbps ethernet port	202,00 CHF
Investment per 10 Gbps ethernet port	700,00 CHF

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-17: Inputparameter Investitionen für Einziehen von Kabeln in Leerrohre

Invest installation cable in empty ducts per meter per cable	2,50 CHF
---	----------

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-18: Inputparameter Kabelkosten

Fibers and cables investments and parameters	
Cable 24 fibers, per meter	0,70 CHF
Cable 36 fibers, per meter	0,90 CHF
Cable 48 fibers, per meter	1,08 CHF
Cable 72 fibers, per meter	1,34 CHF
Cable 96 fibers, per meter	1,59 CHF
Cable 144 fibers, per meter	2,47 CHF
Cable 296 fibers, per meter	3,97 CHF
Cable 592 fibers, per meter	8,07 CHF
Additional digging cost for additional duct	30%
Additional digging cost for additional operator	30%
Investment per spiced fiber	12,00 CHF

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-19: Inputparameter Preise Equipment im Verzweiger

Drop-Point equipment	
Optical splitter (FTTH PON 1:16)	184,00 CHF
Optical splitter (FTTH PON 1:32)	209,00 CHF
Optical splitter (FTTH PON 1:64)	259,00 CHF
G.fast DSLAM (FTTS)	4.208,00 CHF

Quelle: WIK, BAKOM

2.5.2 Clusterspezifische Inputparameter

Tabelle 2-20: Inputparameter Grabeninvestitionen

Investments per Cluster							
Cluster	Inhouse cabling invest per subscriber	Ducted deployment per meter	Monthly rent per meter	Drop distribution sleeves	Drop manholes	Feeder distribution sleeves	Feeder manholes
1	778,02 CHF	313,57 CHF	0,46 CHF	1.234,64 CHF	6.318,50 CHF	4.797,89 CHF	6.318,50 CHF
2	778,02 CHF	303,68 CHF	0,44 CHF	1.103,08 CHF	6.124,09 CHF	3.761,10 CHF	6.124,09 CHF
3	778,02 CHF	295,38 CHF	0,43 CHF	991,76 CHF	5.929,67 CHF	3.386,09 CHF	5.929,67 CHF
4	752,70 CHF	282,54 CHF	0,41 CHF	941,16 CHF	5.735,25 CHF	3.143,44 CHF	5.735,25 CHF
5	727,38 CHF	277,29 CHF	0,40 CHF	900,68 CHF	5.540,84 CHF	3.099,32 CHF	5.540,84 CHF
6	702,06 CHF	255,20 CHF	0,37 CHF	870,32 CHF	5.346,42 CHF	2.922,85 CHF	5.346,42 CHF
7	676,73 CHF	252,58 CHF	0,37 CHF	880,44 CHF	5.152,01 CHF	2.514,75 CHF	5.152,01 CHF
8	651,41 CHF	238,61 CHF	0,35 CHF	870,32 CHF	4.957,59 CHF	2.261,07 CHF	4.957,59 CHF
9	626,09 CHF	236,58 CHF	0,35 CHF	870,32 CHF	4.763,18 CHF	2.227,98 CHF	4.763,18 CHF
10	600,77 CHF	236,58 CHF	0,35 CHF	860,20 CHF	4.568,76 CHF	2.029,26 CHF	4.568,76 CHF
11	575,45 CHF	218,71 CHF	0,32 CHF	850,08 CHF	4.374,35 CHF	1.848,26 CHF	4.374,35 CHF
12	550,13 CHF	189,66 CHF	0,28 CHF	839,96 CHF	4.179,93 CHF	1.683,40 CHF	4.179,93 CHF
13	524,80 CHF	186,03 CHF	0,27 CHF	819,72 CHF	3.985,52 CHF	1.533,25 CHF	3.985,52 CHF
14	524,80 CHF	186,03 CHF	0,27 CHF	789,36 CHF	3.791,10 CHF	1.396,49 CHF	3.791,10 CHF
15	524,80 CHF	186,03 CHF	0,27 CHF	738,76 CHF	3.596,68 CHF	1.271,92 CHF	3.596,68 CHF
16	524,80 CHF	180,78 CHF	0,26 CHF	667,92 CHF	3.402,27 CHF	1.158,47 CHF	3.402,27 CHF

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-21: Inputparameter Grabenlängen⁸

Cluster	Average length per access per cluster		Average length per distribution point per cluster	
	Drop FTTH PtoP	Drop FTTS	Feeder FTTH	Feeder FTTS
1	2,81	1,87	68,62	25,01
2	4,29	2,15	78,36	49,64
3	5,89	2,94	97,54	61,78
4	7,35	3,67	101,47	68,84
5	9,68	6,45	170,84	75,05
6	10,61	7,00	178,95	118,49
7	12,75	9,20	191,00	124,51
8	14,31	9,80	261,72	118,15
9	15,42	11,80	268,73	113,05
10	16,83	13,50	290,04	117,67
11	20,74	18,00	347,15	135,68
12	24,04	22,00	374,78	139,19
13	29,65	28,00	470,31	168,44
14	36,08	35,00	524,59	272,40
15	48,57	36,43	737,19	251,47
16	66,70	50,02	920,27	305,55

Quelle: WIK, BAKOM

Tabelle 2-22: Inputparameter Verfügbarkeit Leerrohre für Brownfield

Shares of existing empty ducts in brownfield scenarios						
Cluster	Drop 1 fibre scenarios	Drop 4 fibre scenarios	Feeder FTTH	Feeder FTTH	Feeder FTTH	Feeder FTTH
			PtoP/FTTS 1 fibre scenarios	PtoP 4 fibre scenarios	PtoMP 1 fibre scenarios	PtoMP 4 fibre scenarios
1	91,2%	80,4%	88,3%	80,1%	91,2%	88,5%
2	91,0%	80,2%	88,0%	79,9%	90,9%	88,1%
3	90,7%	79,9%	87,8%	79,7%	90,5%	87,7%
4	90,4%	79,7%	87,5%	79,5%	90,1%	87,4%
5	90,2%	79,5%	87,2%	79,4%	89,8%	87,1%
6	90,0%	79,3%	87,0%	79,2%	89,6%	86,8%
7	89,8%	79,1%	86,8%	79,1%	89,3%	86,6%
8	89,6%	79,0%	86,7%	79,0%	89,0%	86,4%
9	89,5%	78,8%	86,5%	78,9%	88,8%	86,2%
10	89,3%	78,7%	86,3%	78,7%	88,6%	85,9%
11	89,2%	78,6%	86,2%	78,6%	88,3%	85,7%
12	89,0%	78,4%	86,0%	78,5%	88,1%	85,5%
13	88,7%	78,2%	85,7%	78,3%	87,7%	85,1%
14	88,4%	77,9%	85,4%	78,1%	87,2%	84,7%
15	88,0%	77,6%	85,0%	77,9%	86,6%	84,2%
16	87,3%	77,0%	84,1%	77,4%	85,3%	83,1%

Quelle: WIK, BAKOM

⁸ Die Längen im Feeder lassen sich nicht direkt vergleichen, da es bei FTTS deutlich mehr (ca. 4X) distribution points gibt, als bei FTTH, d.h. die Feedertrassen sind bei FTTS länger, teilen sich aber durch mehr distribution points. Bei FTTS ist zu beachten, dass die Drop-Strecken durch angemietete entbündelte Kupferadern realisiert werden (SSLU). Die Drop-Längen bei FTTS sind daher nicht Invest-relevant.

Tabelle 2-23: Inputparameter Schächte und Muffen

Sleeves/Manholes				
Cluster	Drop average number of distribution sleeves per km	Drop average distance between two manholes [m]	Feeder average number of distribution sleeves per km	Feeder average distance between two manholes [m]
1	20	360	4,6	240
2	20	370	4,6	360
3	14	470	4,6	370
4	13	470	3,8	400
5	12	510	3,5	390
6	11	540	3,3	410
7	10	550	3,3	380
8	9	610	3,1	330
9	8	620	3,1	340
10	7	630	3,1	270
11	7	650	2,8	220
12	6	680	2,5	170
13	6	680	2,2	110
14	5	700	2,0	110
15	4	740	1,5	60
16	4	730	1,5	70

Quelle: WIK, BAKOM

3 Modellszenarien und Ergebnisse

3.1 Die bestehende Netzabdeckung mit Hochbreitband als Ausgangspunkt

Um die in der Schweiz bereits vorhandene Versorgung und Netzabdeckung mit Hochbreitband in die modellmäßige Ermittlung des noch bestehenden Abdeckungsbedarfs einzubeziehen, ist die räumliche Abbildung der vorhandenen Netzabdeckung darzustellen. Wir haben uns dazu auf Daten des Breitbandatlas mit Stand vom 10.05.2022 abgestützt, die uns als Rohdaten vom BAKOM zur Verfügung gestellt wurden.

Bei den Rohdaten handelt es sich um eine Textdatei mit den in Tabelle 3-1 dargestellten Nutzinformatoren je Gebäude und Telekommunikationsversorger am Gebäude. Für jedes der insgesamt 2,518639 Millionen Gebäude des Breitbandatlas ist darin die eindeutige Gebäudekennung (GWR_EGID), die zugehörige geographische Verortung mittels X-Y-Koordinate (GKODE, GKODN) und die Wohnungsanzahl (EWID_CNT) angegeben, wobei Arbeitsstätten mit einer Einheit berücksichtigt sind (EWID_CNT = 1). Für 719.883 Gebäude liegt keine Indikation für eine Nutzung als Wohn- oder Arbeitsstätte vor (EWID_CNT = 0), dabei handelt es sich laut BAKOM um sonstige Hochbauten, Garagenanlagen, Lagergebäude, landwirtschaftliche Gebäude, Schulen, Sporthallen, Bahnhöfe, Kirchen, Krankenhäuser, die mit einer Telekommunikationsinfrastruktur erschlossen sind. Um diese in der Modellierung zu berücksichtigen, wurde die Variable für die Anzahl Wohnungen und Arbeitsstätten für diese Gebäude um eine Einheit erhöht.

Tabelle 3-1: Spalteninformation der Rohdatentabelle des Breitbandatlas

Bezeichnung	Spez.	Abkürzung
Firmen Identifikator (1 Swisscom, -1 andere)	int	BAKOM_PRID
Gebäude Identifikator	int	GWR_EGID
Wohnungsanzahl (für Firmen 1 eingetragen)	int	EWID_CNT
X Koordinaten	num	GKODE
Y Koordinaten	num	GKODN
Downstream max Geschwindigkeit (MB/s)	int	BITRATE_DOWNSTREAM
Upstream max Geschwindigkeit (MB/s)	int	BITRATE_UPSTREAM
Kupfer verfügbar (Y Yes, N No)	chr	AVAILABLE_NETWORK_TECHN_COPPER
Coax verfügbar (Y Yes, N No)	chr	AVAILABLE_NETWORK_TECHN_COAX
Glasfaser verfügbar (Y Yes, N No)	chr	AVAILABLE_NETWORK_TECHN_FIBRE

Quelle: WIK, BAKOM

Für jedes Gebäude der Schweiz ist weiterhin angegeben, ob es mit Kupfer-, Koaxial- und/oder Glasfaserkabel (AVAILABLE_NETWORK_TECHN_Copper/Coax/Fibre) versorgt ist und durch welchen Betreiber (BAKOM_PRID). Die Betreiberinformation liegt dabei allerdings nur zweiwertig vor, einmal Swisscom kennzeichnend (BAKOM_PRID=1) und alle anderen Betreiber gemeinsam kennzeichnend (BAKOM_PRID=-1). Ein Gebäude kommt im Regelfall mehrmals im Datensatz vor, abhängig von der Anzahl der das Gebäude versorgenden Unternehmen. Für jede derartige Kombination aus Netzbetreiber und Technologievektor am Gebäudestandort ist zusätzlich die maximal bereitgestellte Anschlussgeschwindigkeit Upstream (BITRATE_UPSTREAM) und Downstream (BITRATE_DOWNSTREAM) angegeben.

Die vorliegenden Informationen des Breitbandatlas dienen einerseits dazu, ein Bild der Ausgangsversorgung nach Anschluss-technologie zu erstellen, mit der ein Gebäude versorgt ist. Andererseits soll in einem zweiten Schritt die pro Gebäude höchstwertige Technologie ermittelt werden.

Bei den zu modellierenden Anschluss-technologien handelt es sich um Fiber to the Home (FTTH), Fiber to the Building (FTTB), Kabelnetzanschluss (COAX) und die kupferbasierten Anschluss-technologie Fiber to the Street (FTTS). Fiber to the Cabinet (FTTC) inklusive der reinen Kupferanschlüsse werden nicht mehr berücksichtigt. Lediglich die Kabelanschluss-technologie ist aus den Breitbandatlasdaten direkt abzulesen (AVAILABLE_NETWORK_TECHN_COAX = Yes), für die restlichen Zuordnungen wurde eine Kombination aus Anbindungsmedium und Anschlussgeschwindigkeitskombination verwendet, um die vorliegende Anschluss-technologie je Gebäude und Betreiber zu ermitteln.

Mit den vorliegenden Daten kann diese Zuordnung nicht eindeutig erfolgen, weshalb ein mehrstufiges Verfahren gewählt wurde, indem zunächst die Technologiezuweisung erfolgte und die daraus resultierenden Anschlusszahlen nach Anschluss-technologien mit den bekannten Anschlusszahlen für Swisscom abgeglichen wurden.

Für die im Breitbandatlas bereitgestellte Anschlussgeschwindigkeit lagen ca. 1.200 Geschwindigkeitskombinationen für Downstream/Upstream vor. Um die Einordnung zu erleichtern, wurde auf die Summe aus Downstream- und Upstream-Geschwindigkeit abgestellt. Zusammen mit der grundlegenden Information nach Übertragungsmedium Kupfer- oder Glasfaserleitung führte das Verfahren zu folgender Technologiezuweisung je Gebäude und Betreiber:

- Glasfaseranbindungen mit symmetrischen Bandbreiten 1.000 Mbit/s / 1.000 Mbit/s oder 10.000 Mbit/s / 10.000 Mbit/s, werden als FTTH gewertet
- Glasfaseranbindungen mit Bandbreitensumme DS+US im Intervall [0 Mbit/s, 735 Mbit/s] werden als FTTB gewertet. Der Datensatz mit der maximalen Bandbreitensumme hat die Ausprägung 593 d Mbit/s / 142 u Mbit/s.

- Kupferanbindungen mit Bandbreitensumme DS+US im Intervall [174 Mbit/s, 735 Mbit/s] werden als FTTS gewertet. Der Datensatz mit der maximalen Bandbreitensumme hat die Ausprägung 593 d Mbit/s / u 142 Mbit/s.
- Kupferanbindungen mit Bandbreitensumme DS+US im Intervall [0 Mbit/s, 173 Mbit/s] werden als FTTC gewertet. Der Datensatz mit der maximalen Bandbreitensumme hat die Ausprägung d 142 Mbit/s / u 31 Mbit/s. Die reinen Kupferleitungen werden mit Blick auf die künftige Entwicklung vereinfachend ebenfalls FTTC zugeordnet.

Im nächsten Schritt ging es darum, die pro Gebäude höchstwertige Anschlusstechnologie zu ermitteln. Das erfolgte zweistufig, indem je Betreiber und Gebäude die höchstwertige Anschlusstechnologie ermittelt wurde und dann in einem zweiten Schritt je Gebäude die höchstwertige Anbindung über die Betreiber (Swisscom und Andere) hinweg ermittelt wurde. Dazu wurde im ersten Schritt in den nach Betreibern getrennten Datenbeständen bei einer Gebäudemehrfachnennung die Anschlussalternative mit der größten Bandbreitensumme aus Downstream- und Upstream-Geschwindigkeit ausgewählt. Diese Mehrfachnennung eines Gebäudes kam nur bei einem Teil der Gebäude mit einer Versorgung über alternative Betreiber vor. Im Swisscom-Datensatz kam jedes Gebäude nur einmal vor.

Danach erfolgte je Gebäude ein Vergleich der Anschlusstechnologie nach Bandbreitensumme zwischen Swisscom und den alternativen Betreibern, mit Übernahme des Anschlusssettings des Betreibers mit der höchsten Bandbreitensumme („Bandbreitensieger“). Die Zuweisung der Technologie des Bandbreitensiegers erfolgte analog zu dem bereits oben abgeleiteten Schema:

- Wenn im Setting der Anschlussart Coax = Yes genannt wird und die Bandbreitensumme im möglichen Bereich liegen (Downstream bis 10 Gbit/s und Upstream \leq 1 Gbit/s), dann wurde dem Gebäude COAX als höchstwertige Technologie zugewiesen.
- Wenn im Setting der Anschlussart Fiber = Yes genannt wird und die Anschlussbandbreitensumme \geq 2.000 Mbit/s beträgt, dann wurde dem Gebäude FTTH als höchstwertige Technologie zugewiesen.
- Wenn im Setting der Anschlussart Fiber = Yes genannt wird und die Anschlussbandbreitensumme $<$ 2000 Mbit/s beträgt, dann wurde dem Gebäude FTTB als höchstwertige Technologie zugewiesen.
- Wenn im Setting der Anschlussart Kupfer = Yes (und Fiber= No und Coax = No) genannt wurde und die Bandbreitensumme zwischen 174 Mbit/s und kleiner oder gleich 2 Gbit/s (Maximalwert im Datensatz) liegt, dann wurde dem Gebäude FTTS als höchstwertige Technologie zugewiesen.

- Wenn im Setting der Anschlussart Kupfer = Yes (und Fiber = No und Coax = No) genannt wird und die Bandbreitensumme kleiner 174 Mbit/s ergibt, dann wurde dem Gebäude FTTC als höchstwertige Technologie zugewiesen.

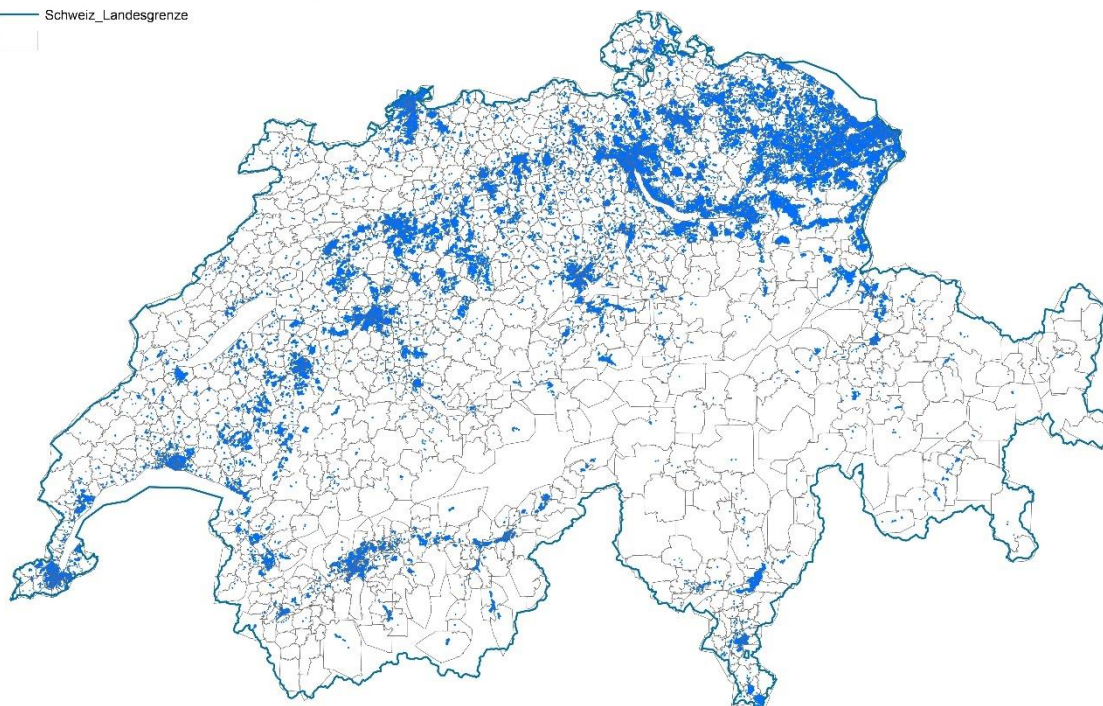
Zur Ermittlung der versorgten Anschlüsse nach den Technologien haben wir unterstellt, dass alle Nachfrageeinheiten eines Gebäudes mit der zugeordneten höchstwertigen Technologie angebunden werden.

Abbildung 3-1 bis Abbildung 3-5 stellen das Ergebnis der Technologiezuordnung je Gebäude in ihrer räumlichen Lage in der Schweiz dar, vor dem Hintergrund der für die Modellierung relevanten Anschlussnetzbereiche. Gegliedert sind die Darstellungen nach dem jeweils höchstwertigen Anschluss, der am Gebäude verfügbar ist.

Abbildung 3-1: FTTH als höchstwertiger Anschluss

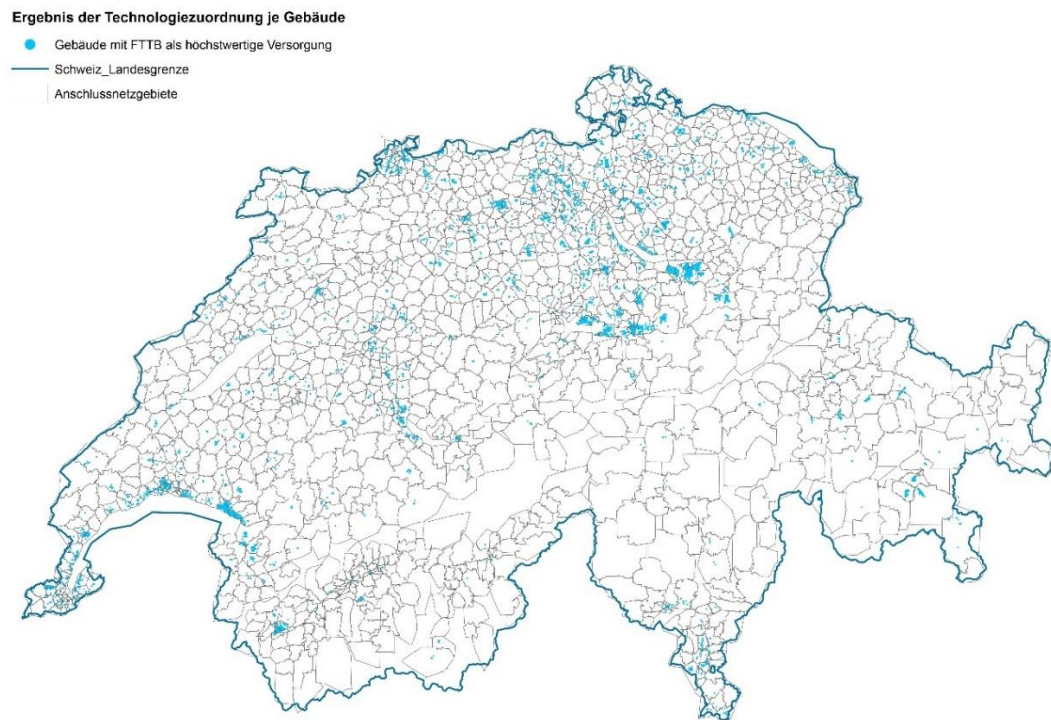
Ergebnis der Technologiezuordnung je Gebäude

- Gebäude mit FTTH als höchstwertige Versorgung
- Schweiz_Landesgrenze



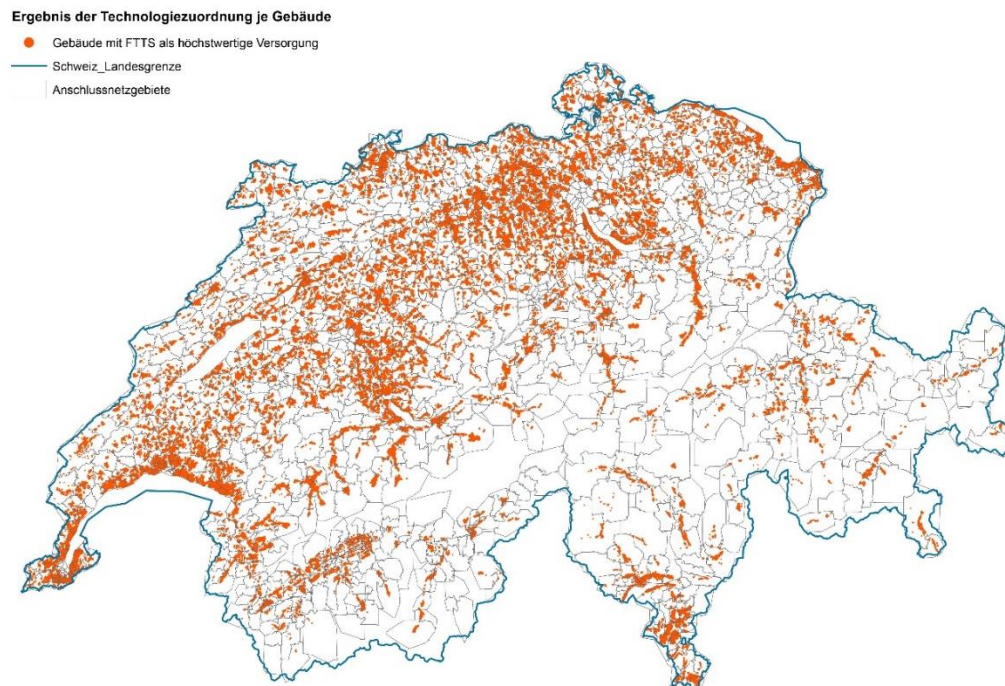
Quelle: WIK

Abbildung 3-2: FTTB als höchstwertiger Anschluss



Quelle: WIK

Abbildung 3-3: FTTS als höchstwertiger Anschluss

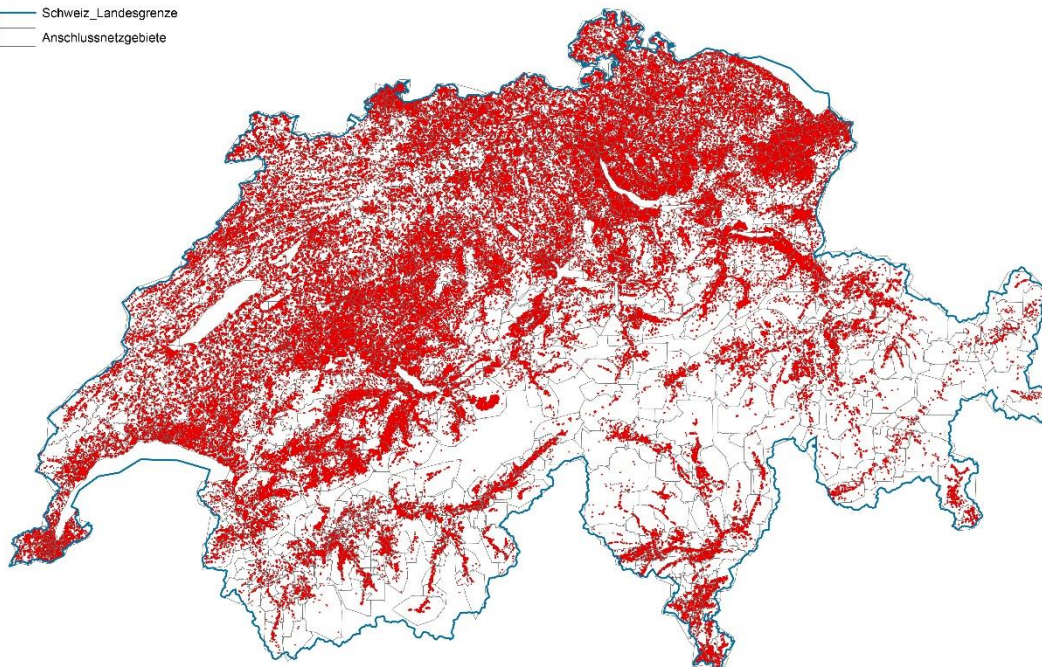


Quelle: WIK

Abbildung 3-4: FTTC als höchstwertiger Anschluss

Ergebnis der Technologiezuordnung je Gebäude

- Gebäude mit FTTC als höchstwertige Versorgung
- Schweiz_Landesgrenze
- Anschlussnetzgebiete



Quelle: WIK

Abbildung 3-5: COAX als höchstwertiger Anschluss alle Releases

Ergebnis der Technologiezuordnung je Gebäude

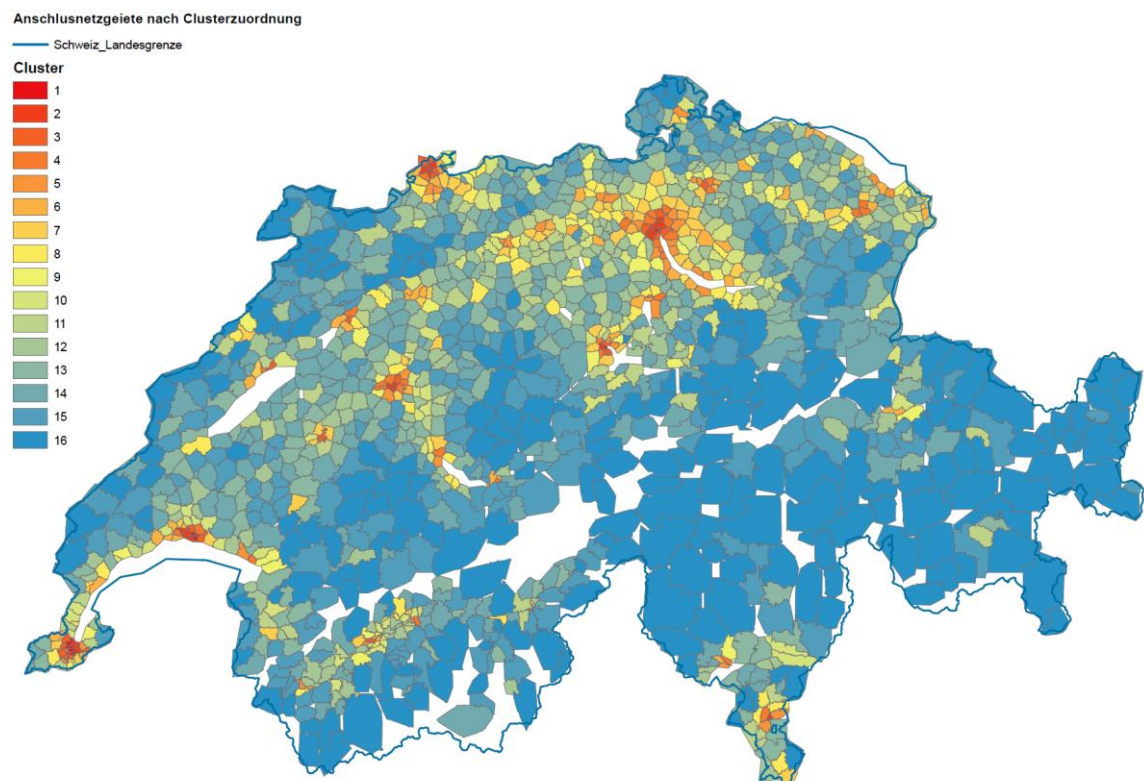
- Gebäude mit COAX als höchstwertige Versorgung
- Schweiz_Landesgrenze
- Anschlussnetzgebiete



Quelle: WIK

Für die Anwendung des NGA-Modells wird die bestehende Ausgangsversorgung der Anschlüsse auf die 16 Cluster zugeordnet, in dem die Anschlussbereiche dem Cluster mit der passenden Anschlussdichte zugewiesen werden. Die Dichtegrenzen für die Clusterzuordnung haben wir gegenüber den FTTH-Modellen von 2009 und 2017 unverändert gelassen, um die Vergleichbarkeit zu wahren (siehe hierzu auch Abschnitt 2.3.1.2.1). Die Grenzen der Anschlussbereiche wurden gleichfalls nicht verändert. Die Anschlusszahlen allerdings wurden mit den Zahlen des Breitbandatlas aktualisiert.

Abbildung 3-6: Anschlussnetze nach Clusterzuordnung



Quelle: WIK

Die folgenden Tabellen stellen als Ergebnis unserer Zuordnung die Verfügbarkeit der Breitbandanschlüsse nach Technologie und Cluster dar. Wir unterstellen, dass alle Nachfrageeinheiten eines Gebäudes mit der dem Gebäude zugeordneten höchstwertigen Technologie angebunden werden.

Tabelle 3-2 zeigt die Verteilung der Anschlüsse über die Technologien und Cluster der Anschlussbereiche in absoluten Zahlen. Die Zeilensummen geben die Anschlusszahlen je Cluster über alle Technologien wieder und die Spaltensummen die Summe der Anschlüsse in den jeweiligen Technologien, gemäß der vorgenommenen Gebäudezuordnung nach höchstwertigem Anschluss am Gebäude. FTTH und Koaxialkabelanschlüsse stellen mit rd. 2.55 Mio. bzw. rd. 2.16 Mio. Anschlüssen den Löwenanteil der gesamten 6.26 Mio. Anschlusseinheiten dar.

Tabelle 3-2: Verteilung der Anschlüsse nach höchstwertiger Technologie pro Gebäude und nach Dichtecluster in absoluten Zahlen

Cluster	COAX	FTTB	FTTC	FTTH	FTTS	Summe
1	8.175	75	1.929	140.511	142	150.832
2	31.572	737	8.372	322.765	6.962	370.408
3	42.444	622	9.844	289.862	6.346	349.118
4	89.515	2.020	16.760	288.068	12.970	409.333
5	129.926	8.523	15.012	227.070	25.782	406.313
6	137.888	5.344	19.957	214.872	28.321	406.382
7	172.911	5.185	26.631	213.818	41.089	459.634
8	183.129	5.319	26.080	141.206	44.037	399.771
9	124.448	2.696	20.845	97.238	31.422	276.649
10	181.933	4.503	33.155	163.671	56.288	439.550
11	171.440	6.258	29.304	100.932	60.009	367.943
12	232.514	5.819	58.032	121.992	96.084	514.441
13	240.989	6.812	83.545	73.089	111.570	516.006
14	213.559	4.097	115.043	89.687	122.858	545.244
15	117.365	3.216	117.656	47.686	105.701	391.625
16	48.453	2.883	110.257	14.874	80.565	257.033
Summe	2.126.261	64.109	692.422	2.547.341	830.146	6.260.282

Quelle: WIK

Tabelle 3-3 gibt den Zusammenhang in Prozent der gesamten Anschlüsse wieder. Neben den Zeilenhäufigkeiten, die die Verteilung über die Cluster und Technologien wiedergeben, zeigt die Spaltensumme die bestehende Breitbandverfügbarkeit der Anschlusseinheiten nach den höchstwertigen Technologien am Gebäude, mit dem folgenden Ranking: FTTH 40,69%, COAX 33,96%, FTTS 13,26 %, FTTC 11,06% und FTTB 1,02% der gesamten Anschlüsse.

Tabelle 3-3: Verteilung der Anschlüsse nach höchstwertiger Technologie pro Gebäude und nach Dichtecluster prozentual an der Gesamtzahl der Anschlüsse

Cluster	COAX	FTTB	FTTC	FTTH	FTTS	Summe
1	0,13%	0,00%	0,03%	2,24%	0,00%	2,41%
2	0,50%	0,01%	0,13%	5,16%	0,11%	5,92%
3	0,68%	0,01%	0,16%	4,63%	0,10%	5,58%
4	1,43%	0,03%	0,27%	4,60%	0,21%	6,54%
5	2,08%	0,14%	0,24%	3,63%	0,41%	6,49%
6	2,20%	0,09%	0,32%	3,43%	0,45%	6,49%
7	2,76%	0,08%	0,43%	3,42%	0,66%	7,34%
8	2,93%	0,08%	0,42%	2,26%	0,70%	6,39%
9	1,99%	0,04%	0,33%	1,55%	0,50%	4,42%
10	2,91%	0,07%	0,53%	2,61%	0,90%	7,02%
11	2,74%	0,10%	0,47%	1,61%	0,96%	5,88%
12	3,71%	0,09%	0,93%	1,95%	1,53%	8,22%
13	3,85%	0,11%	1,33%	1,17%	1,78%	8,24%
14	3,41%	0,07%	1,84%	1,43%	1,96%	8,71%
15	1,87%	0,05%	1,88%	0,76%	1,69%	6,26%
16	0,77%	0,05%	1,76%	0,24%	1,29%	4,11%
Summe	33,96%	1,02%	11,06%	40,69%	13,26%	100,00%

Quelle: WIK

Tabelle 3-4 gibt die prozentuale Verteilung der Anschlüsse nach Technologie innerhalb der Cluster wieder. Hier wird deutlich, dass die FTTH-Verfügbarkeit prominent in den dichten Clustern stattfindet, Kabelanschlüsse in den mittleren und oberen, etwas weniger dichten Clustern vorherrschen und FTTC und FTTS in den ruralen Gebieten den Schwerpunkt bilden. FTTB ist erst ab dem 5-ten Cluster nennenswert als höchstwertige Technologie vertreten.

Tabelle 3-4: Verteilung der Anschlüsse nach höchstwertiger Technologie pro Gebäude und nach Dichtecluster, prozentual je Cluster

Cluster	COAX	FTTB	FTTC	FTTH	FTTS	Summe
1	5,4%	0,0%	1,3%	93,2%	0,1%	100,0%
2	8,5%	0,2%	2,3%	87,1%	1,9%	100,0%
3	12,2%	0,2%	2,8%	83,0%	1,8%	100,0%
4	21,9%	0,5%	4,1%	70,4%	3,2%	100,0%
5	32,0%	2,1%	3,7%	55,9%	6,3%	100,0%
6	33,9%	1,3%	4,9%	52,9%	7,0%	100,0%
7	37,6%	1,1%	5,8%	46,5%	8,9%	100,0%
8	45,8%	1,3%	6,5%	35,3%	11,0%	100,0%
9	45,0%	1,0%	7,5%	35,1%	11,4%	100,0%
10	41,4%	1,0%	7,5%	37,2%	12,8%	100,0%
11	46,6%	1,7%	8,0%	27,4%	16,3%	100,0%
12	45,2%	1,1%	11,3%	23,7%	18,7%	100,0%
13	46,7%	1,3%	16,2%	14,2%	21,6%	100,0%
14	39,2%	0,8%	21,1%	16,4%	22,5%	100,0%
15	30,0%	0,8%	30,0%	12,2%	27,0%	100,0%
16	18,9%	1,1%	42,9%	5,8%	31,3%	100,0%

Quelle: WIK

Die räumliche Zuordnung („das Mapping“) der verfügbaren Netzabdeckung, wie sie in den Tabellen Tabelle 3-2 bis Tabelle 3-4 dargestellt ist, bildet den zentralen Ausgangspunkt für die Szenarienrechnungen zur Bestimmung der Investitionen und Kosten einer flächendeckenden Abdeckung in Abhängigkeit vom Technologiemarkt.

3.2 Untersuchung der Ausbauvarianten anhand 30 Szenarien

Aus der Vielzahl der möglichen Szenarien und Ausbaukombinationen hat das BAKOM entsprechend seiner Erkenntnisziele zum Breitbandausbau insgesamt 30 Szenarien definiert, basierend auf dem Bestand an Anschlüssen und im Hinblick auf die Erfordernisse des ergänzenden Ausbaus und unter Berücksichtigung verschiedener Versorgungsziele. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 3-5: Übersicht der 30 vom BAKOM definierten Szenarien

Lfd Nr.	Architektur	Technologie	Bandbreitenziel [Gbit/s]	Aufgreifschwelle [Gbits]	Ausbaugebiet	"Greenfield"/ "Brownfield"
1	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	10	<10 (sym.)	FTTB, FTTS, FTTC, Docsis	Greenfield
2	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	10	<10 (sym.)	FTTB, FTTS, FTTC, Docsis	Brownfield
3	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	10	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Greenfield
4	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	10	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Brownfield
5	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	10	<0.3 (down)	FTTC	Greenfield
6	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	10	<0.3 (down)	FTTC	Brownfield
7	FTTS 1 Faser	FTTS G.fast	0,5 (down)	<0.3 (down)	FTTC	Greenfield
8	FTTS 1 Faser	FTTS G.fast	0,5 (down)	<0.3 (down)	FTTC	Brownfield
9	FTTH PtoP 4 Faser	FTTH Ethernet	10	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Greenfield
10	FTTH PtoP 4 Faser	FTTH Ethernet	10	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Brownfield
11	FTTH PtoP 4 Faser	FTTH Ethernet	10	<0.3 (down)	FTTC	Greenfield
12	FTTH PtoP 4 Faser	FTTH Ethernet	10	<0.3 (down)	FTTC	Brownfield
13	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	2	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Greenfield
14	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	2	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Brownfield
15	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	1	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Greenfield
16	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	1	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Brownfield
17	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	0,5	<0.3 (down)	FTTC	Greenfield
18	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	0,5	<0.3 (down)	FTTC	Brownfield
19	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	2	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Greenfield
20	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	2	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Brownfield
21	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	1	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Greenfield
22	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	1	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Brownfield
23	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	0,5	<0.3 (down)	FTTC	Greenfield
24	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	0,5	<0.3 (down)	FTTC	Brownfield
25	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	2	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Greenfield
26	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	2	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Brownfield
27	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	1	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Greenfield
28	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	1	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	Brownfield
29	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	0,5	<0.3 (down)	FTTC	Greenfield
30	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	0,5	<0.3 (down)	FTTC	Brownfield

Quelle: WIK, BAKOM

Es handelt sich dabei um jeweils 15 verschiedene technische Ausbauvarianten, welche einmal als sogenannte „Greenfield“ Variante und einmal als sogenannten „Brownfield“ Variante gerechnet werden. In diesem Kontext wird Greenfield derart verstanden, dass die gesamten benötigten Trassen neu erstellt werden, während in den Brownfield Varianten angenommen wird, dass ein Teil der Trassen durch Anmietung von bereits vorhandenen Leerrohrkapazitäten realisiert werden. Dies ist in der Spalte rechts außen beschrieben.

Die Spalten „Architektur“ und „Technologie“ beschreiben die der Rechnung zugrunde liegende Architektur, also ob es sich um FTTH Point-to-Point, FTTH Point-to-Multipoint oder FTTS handelt, welche Faseranzahl angenommen wird und ob es sich um eine Ethernet-, PON- oder G.fast-Technologie handelt.

In der Spalte „Breitbandziel“ wird beschrieben, welche Bandbreite mit der Architektur bzw. der Technologie bei den Kunden mindestens verfügbar sein sollte.

Die Spalten „Aufgreifschwelle“ und „Ausbaugbiet“ beschreiben, welche bereits ausgebauten Technologien im jeweiligen Szenario überbaut werden sollen. So bedeutet eine Aufgreifschwelle von „<1 (sym)“, dass alle Technologien, die nicht mindestens 1 Gbit/s symmetrisch leisten können, im Szenario überbaut werden, also konkret FTTC und FTTS. Ausgenommen bei diesem Ansatz sind die DOCSIS 3.0 Ausbauten (oder noch niedrigere DOCSIS Release Stände), die 1 Gbit/s im upstream nicht erfüllen können. Wir gehen jedoch davon aus, dass diese in naher Zukunft auf DOCSIS 3.1. aufgerüstet werden und so das Kriterium 1 Gbit/s symmetrisch erfüllen. Die Aufrüstung geht i.d.R. relativ schnell und mit im Vergleich zum Glasfaserausbau deutlich geringeren finanziellen Aufwand.⁹

Die Szenarien 1 bis 6 unterstellen einen Ausbau mit FTTH in Punkt-zu-Punkt Architektur, eine Realisierung mit Ethernet im Einfaserausbau und in unterschiedlichen Ausbaugebieten. In den Szenarien 1 und 2 wird DOCSIS vollständig überbaut. Für diese Szenarien haben wir daher einen anderen adressierbaren Markt unterstellt als in allen anderen Szenarien, weil wir die Wechselbereitschaft von DOCSIS auf FTTH für geringer einschätzen als bei den übrigen Bestandstechnologien (vgl. Abschnitt 2.4.3). Dieser ist in Tabelle 3-6 in der Spaltenüberschrift „Market Share“ gekennzeichnet.

Die Szenarien 7 und 8 unterstellen einen Ausbau mit FTTS, realisiert als G.fast.

Die Szenarien 9 bis 12 entsprechen den Szenarien 3 bis 6, hier wird jedoch der Vierfaserausbau unterstellt.

Die Szenarien 13 bis 18 bilden einen Ausbau mit FTTH in der Punkt-zu-Multipunkt Architektur ab, realisiert als XGS.PON mit verschiedenen Bandbreitenzielen. Die Bandbreitenziele unterscheiden sich in den Modellrechnungen durch unterschiedliche Splittingverhältnisse. Für die Szenarien 13 und 14 wird ein Splittingverhältnis von 1:16 unterstellt, für die Szenarien 15 und 16 ein Splittingverhältnis von 1:32 und für die Szenarien 17 und 18 ein Splittingverhältnis von 1:64.

⁹ Vgl. Praxiserfahrungen aus den Niederlanden, der Schweiz oder Deutschland, s. auch Plückebaum, T., Eitges, F., Ockenfels, M.: Potentiell anzunehmende Vorleistungsprodukte in Kabelnetzen auf der Basis von DOCSIS, Studie im Auftrag der BNetzA, Bad Honnef, 4. Februar 2019, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK1-GZ/2019/BK1-19-0001/BK1-19-0001_WIK-Kabelgutachten_BA.pdf?blob=publicationFile&v=2, Plückebaum, T.; Ockenfels, M.: Kosten und andere Hemmnisse der Migration von Kupfer- auf Glasfasernetze, WIK Diskussionsbeiträge Nr. 457, Bad Honnef, Februar 2020, https://www.wik.org/fileadmin/user_upload/Unternehmen/Veroeffentlichungen/Diskus/2022/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_457.pdf.

Die Szenarien 19 bis 24 entsprechen wieder den Szenarien 13 bis 18, hier wird jedoch der Vierfaserausbau unterstellt.

Die Szenarien 25 bis 30 bilden nun einen Ausbau mit FTTH in der Punkt-zu-Punkt Fasertopologie ab, allerdings realisiert als XGS.PON. In diesen Szenarien werden die Splitter nicht im Feld an den Faserverzweigern sondern in der Schaltzentrale angesiedelt, so dass jeder Anschluss eine individuelle, durchlaufene Glasfaser bis in die Schaltzentrale hat, die dort optimiert auf die Splitter aufgeschaltet werden. Das erlaubt mehr Flexibilität in der Beschaltung der einzelnen Fasern, bis hin zu einer PtoP Nutzung für einzelne Anschlüsse. Diese Szenarien wurden nicht detailliert modelliert, sondern durch eine Nebenrechnung aus Zwischenergebnissen anderer Szenarien bestimmt. Es wurden eine PON-Technologie auf der einen Seite und eine FTTH PtoP Architektur auf der anderen Seite berechnet und miteinander kombiniert (vgl. Abschnitt 2.3.1.1 e)).

Aus den 30 Szenarien ergeben sich 26 unterschiedliche Modellierungen, welche in der nachfolgenden Übersicht am rechten Rand je Szenario ergänzt sind.

Tabelle 3-6: Übersicht 30 Szenarien und 26 Modellierungen

Szenarien Lfd Nr.	Architektur	Technologie	Aufgreifschwelle [Gbits]	Ausbaugebiet	Anschlüsse im Ausbaubereich	Rechnung	Market Share Version	Typ	PON Splitter 1:x	Fasern Drop	Fasern Feeder
1	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	<10 (sym.)	FTTB, FTTS, FTTC, Docsis	59%	A	MS V2	Greenfield		1	1
2	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	<10 (sym.)	FTTB, FTTS, FTTC, Docsis	59%	B	MS V2	Brownfield		1	1
3	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	C	MS V1	Greenfield		1	1
4	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	D	MS V1	Brownfield		1	1
5	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	<0.3 (down)	FTTC	11%	C	MS V1	Greenfield		1	1
6	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH Ethernet	<0.3 (down)	FTTC	11%	D	MS V1	Brownfield		1	1
7	FTTS 1 Faser	FTTS G.fast	<0.3 (down)	FTTC	11%	E	MS V1	Greenfield			1
8	FTTS 1 Faser	FTTS G.fast	<0.3 (down)	FTTC	11%	F	MS V1	Brownfield			1
9	FTTH PtoP 4 Faser	FTTH Ethernet	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	G	MS V1	Greenfield		4	4
10	FTTH PtoP 4 Faser	FTTH Ethernet	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	H	MS V1	Brownfield		4	4
11	FTTH PtoP 4 Faser	FTTH Ethernet	<0.3 (down)	FTTC	11%	G	MS V1	Greenfield		4	4
12	FTTH PtoP 4 Faser	FTTH Ethernet	<0.3 (down)	FTTC	11%	H	MS V1	Brownfield		4	4
13	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	I	MS V1	Greenfield	16	1	1
14	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	J	MS V1	Brownfield	16	1	1
15	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	K	MS V1	Greenfield	32	1	1
16	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	L	MS V1	Brownfield	32	1	1
17	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	<0.3 (down)	FTTC	11%	M	MS V1	Greenfield	64	1	1
18	FTTH PtoMP 1 Faser	FTTH XGS.PON	<0.3 (down)	FTTC	11%	N	MS V1	Brownfield	64	1	1
19	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	O	MS V1	Greenfield	16	4	4
20	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	P	MS V1	Brownfield	16	4	4
21	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	Q	MS V1	Greenfield	32	4	4
22	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	R	MS V1	Brownfield	32	4	4
23	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	<0.3 (down)	FTTC	11%	S	MS V1	Greenfield	64	4	4
24	FTTH PtoMP 4 Faser	FTTH XGS.PON	<0.3 (down)	FTTC	11%	T	MS V1	Brownfield	64	4	4
25	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	U	MS V1	Greenfield	16	1	1
26	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	V	MS V1	Brownfield	16	1	1
27	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	W	MS V1	Greenfield	32	1	1
28	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	< 1 (sym)	FTTS, FTTC	24%	X	MS V1	Brownfield	32	1	1
29	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	<0.3 (down)	FTTC	11%	Y	MS V1	Greenfield	64	1	1
30	FTTH PtoP 1 Faser	FTTH XGS.PON	<0.3 (down)	FTTC	11%	Z	MS V1	Brownfield	64	1	1

Quelle: WIK, BAKOM

Wesentlich für die Begründung einer separaten Modellrechnung sind die Architektur des Netzes, die Anzahl der angenommenen Fasern je Anschluss, die Annahmen zum adressierbaren Markt, der Typ Greenfield bzw. Brownfield und bei den XGS.PON Szenarien auch das Splittingverhältnis. Daraus ergeben sich insgesamt 26 unterschiedliche Rechnungen (A bis Z), die einzeln modelliert werden.

Diese 26 Modell-Rechnungen sind dann direkt anwendbar auf die Betrachtungen ohne Berücksichtigung der bestehenden Versorgung. Dadurch ergeben sich z.B. für die Szenarien 3 und 5 in der Variante ohne Berücksichtigung der bestehenden Versorgung identische Ergebnisse, da sich diese Szenarien nur in ihren Ausbaugebieten, d.h. der bestehenden Versorgung, unterscheiden. Die unterschiedlich hohe Aufgreifschwelle in den beiden Szenarien führt dazu, dass im Szenario 5 nur FTTC überbaut (ersetzt) werden muss, während im Szenario 3 zusätzlich auch FTTS überbaut wird. Durch den unterschiedlichen Ausbaumumfang ergeben sich die Unterschiede in den Ergebnissen.

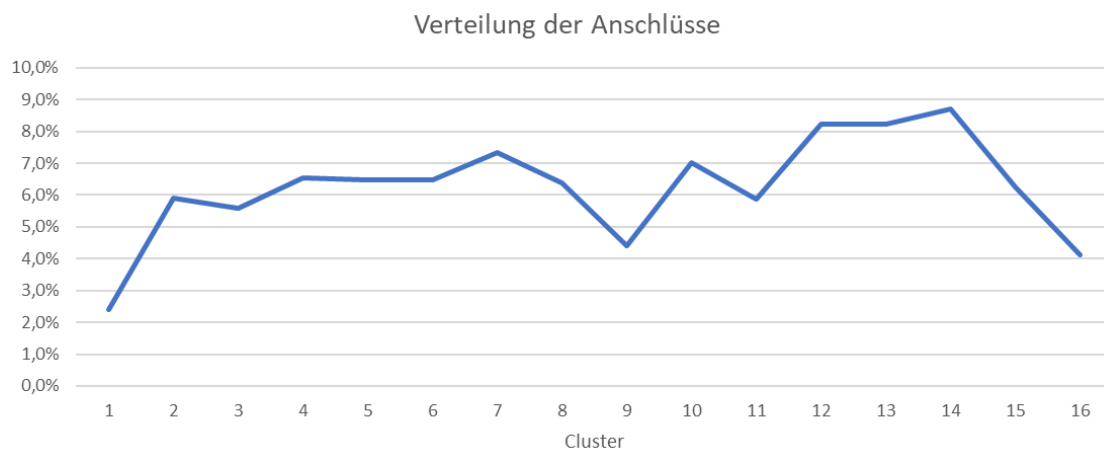
Die Ergebnisse unter Berücksichtigung der bestehenden Versorgung werden aus denen ohne Berücksichtigung bestehender Versorgung abgeleitet. Es wird sozusagen der Vollausbau um die Anzahl der Anschlüsse reduziert, die bereits als ausreichend versorgt angenommen werden, gemäß definiertem Ausbaugebiet. Diese Anschlüsse bedürfen dann keiner Investitionen mehr, generieren keine Kosten und Erlöse und benötigen weiterhin keine Subventionen. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, um eine adäquate Berücksichtigung der Fixkosten zu erreichen.

Damit werden 60 Ergebnisszenarien gebildet – 30 ohne Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus und 30 mit Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus abhängig von der jeweils gewählten Aufgreifschwelle.

3.2.1 Einflussfaktoren auf die Modellergebnisse

Die in den nachfolgenden beiden Kapiteln dargestellten Ergebnisse der Modellierung sind, insbesondere beim Vergleich der verschiedenen Szenarien miteinander, nicht immer intuitiv. Gleiches gilt für die Betrachtung der detaillierten Ergebnisse auf Clusterebene im Anhang. Die Ursache hierfür liegt in den vielfältigen Einflussfaktoren, welche teilweise auch gegenläufiges Verhalten über die 16 Cluster aufweisen und sich dabei auch überlagern. Dies ist auf die inhomogenen Charakteristika der Anschlussnetze und Cluster zurückzuführen. So sind z.B. die Grabenlängen in Feeder und Drop nicht linear in den Clustern zueinander, sondern es gibt lokale Maxima, was die Heterogenität in der Bebauungsstruktur zum Ausdruck bringt.

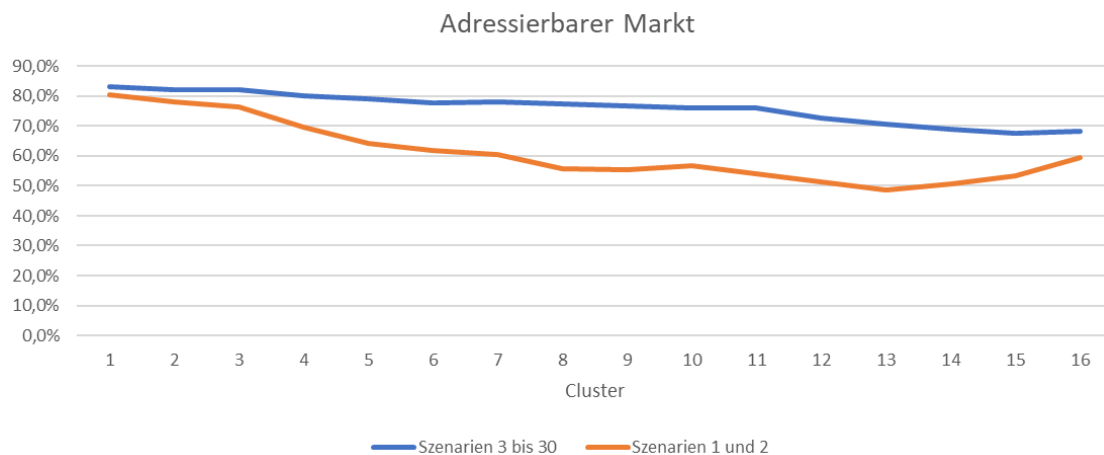
Abbildung 3-7: Verteilung der Anschlüsse je Cluster



Quelle: WIK

Die Verteilung der Anschlüsse ist nicht homogen über die Cluster verteilt.

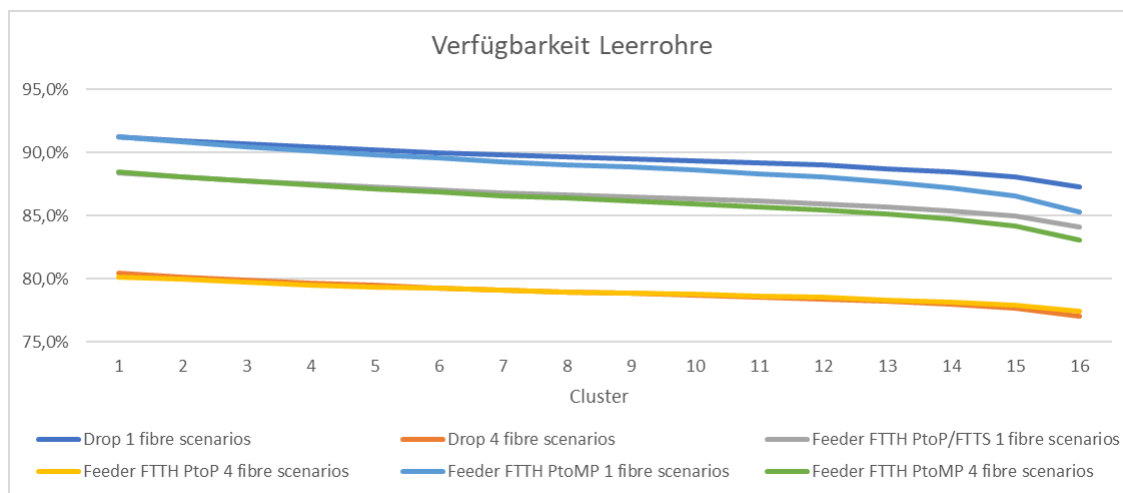
Abbildung 3-8: Verteilung des adressierbaren Marktes je Cluster



Quelle: WIK

Der adressierbare Markt ist für die ersten beiden Szenarien anders als für die restlichen Szenarien. Wir unterstellen, dass beim Überbauen von DOCSIS 3.1/4.0 Anschlüssen ein anderer, geringerer Wechselansporn zu FTTH entsteht als bei den anderen, weniger leistungsfähigen Technologien. Weiterhin unterscheidet sich der adressierbare Markt in den Clustern durch den unterschiedlichen Ausbaustand von DOCSIS.

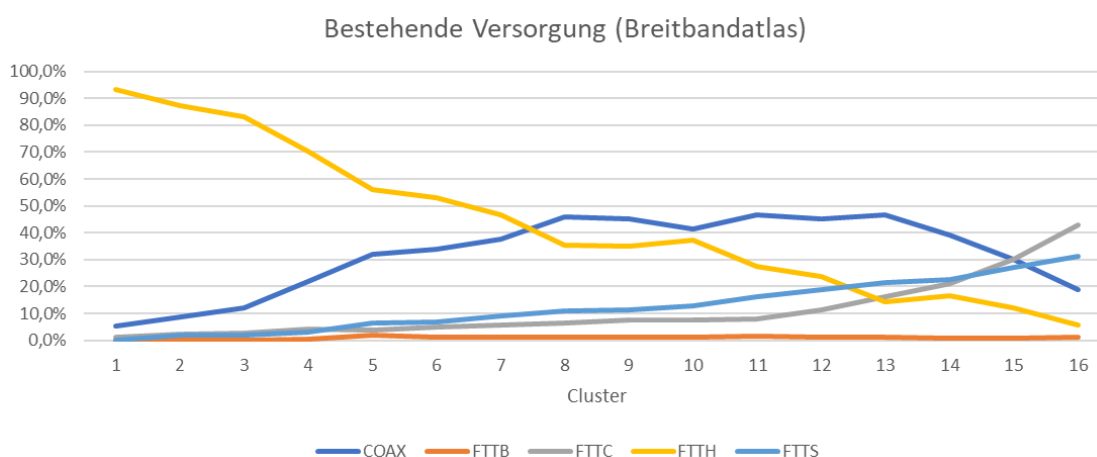
Abbildung 3-9: Verteilung der verfügbaren Leerrohrkapazitäten je Cluster



Quelle: WIK

Die Verfügbarkeit von Leerrohren für die Brownfield-Szenarien ist in Drop und Feeder unterschiedlich, und auch im Feeder unterschiedlich für die verschiedenen Topologien.

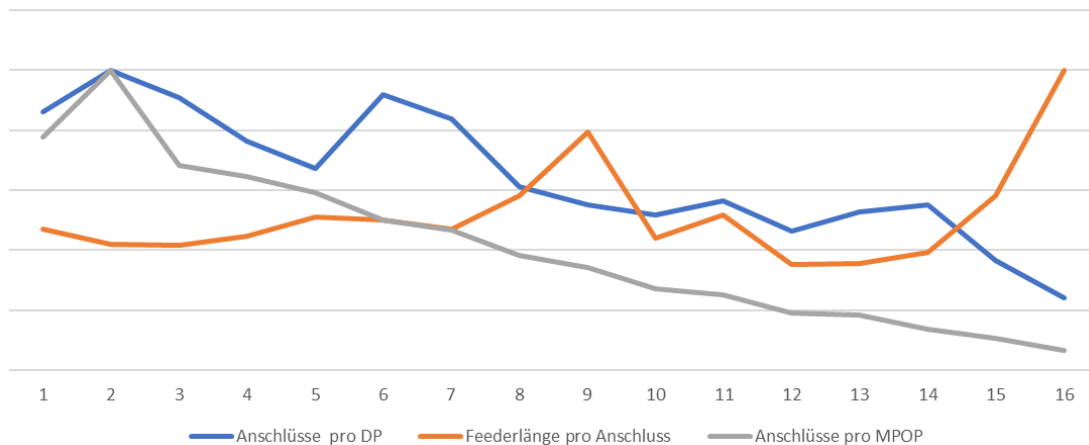
Abbildung 3-10: Verteilung der bestehenden Versorgung je Cluster und Technologie



Quelle: WIK

Die bestehende Versorgung gemäß Breitbandatlas ist für die verschiedenen Technologien sehr unterschiedlich über die Cluster verteilt. Dies drückt sich insbesondere in den Ergebnissen mit Berücksichtigung der bestehenden Versorgung und bei den unterschiedlichen Aufreißschwellen aus.

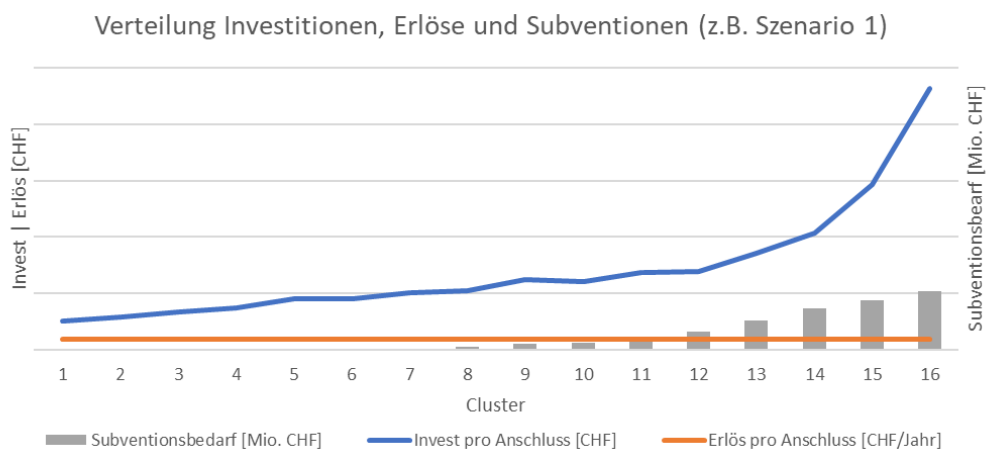
Abbildung 3-11: Beispiel Verteilung der Anschlüsse pro Verzweiger, der Feederlängen pro Anschluss und der Zahl der Anschlüsse pro Schaltzentrale (MPoP) bei einem FTTH PtoMP Netz



Quelle: WIK

Die Verteilungen sind wegen der inhomogenen Charakteristika der Besiedlung in der Schweiz nicht stetig.

Abbildung 3-12: Beispiel typischer Verteilung der Investitionen, Erlöse und Subventionen (hier: Szenario 1)



Quelle: WIK

Die Investitionen je Anschluss steigen in den ruralen Clustern überproportional an, während die Erlöse als konstant (national einheitlich) angenommen werden. Nur in insgesamt unprofitablen Clustern entsteht Subventionsbedarf. In profitablen Clustern finanzieren die profitablen die unprofitablen Anschlüsse, es entsteht kein Subventionsbedarf für einzelne Anschlüsse in insgesamt profitablen Clustern.

Anhang 1 enthält ergänzende detailliertere Fragen zur Begründung von Einzelergebnissen.

Im Folgenden sollen zunächst in einem ersten Analyseschritt die Ergebnisse für eine flächendeckende Versorgung der Schweiz mit einer Festnetztechnologie dargestellt werden. Die Ergebnisse spiegeln wider, dass noch kein Ausbau in der entsprechenden Technologie stattgefunden hat und alle Investitionen noch zu tätigen seien. In einem zweiten Schritt wird dann auch der bereits gemäß Breitbandatlas dokumentierte, vorhandene Ausbau berücksichtigt.

3.2.2 Vergleich der Ausbauvarianten ohne Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus

Bei der Betrachtung der Szenarien ohne Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus wurden die Szenarien modelliert, als müsste noch die gesamte Schweiz, in der jeweiligen Architektur und Technologie und mit entsprechender Faserzahl, für den entsprechenden potenziell adressierbaren Markt und bei den Szenarien mit PON-Technologie auch im gewählten Splittingverhältnis erstellt werden:

Tabelle 3-7: Modellergebnisse aller Szenarien ohne Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus

							OHNE Berücksichtigung vorhandener Ausbau				
Szenarien		Market Share	PON			Invest [Mrd. CHF]	Subsidy [Mrd. CHF]	Profitabel bis Cluster	Anteil Anschlüsse profitabel	Anteil Gebäude profitabel	
Lfd Nr.	Architektur	Version	Typ	Splitter 1:x	Fasern Drop						Fasern Feeder
1	FTTH PtoP 1 Faser	MS V2	Greenfield		1	1	44,6	20,2	6	33%	18%
2	FTTH PtoP 1 Faser	MS V2	Brownfield		1	1	11,8	3,4	11	64%	50%
3	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield		1	1	45,7	14,4	9	52%	35%
4	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield		1	1	12,8	2,1	13	81%	72%
5	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield		1	1	45,7	14,4	9	52%	35%
6	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield		1	1	12,8	2,1	13	81%	72%
7	FTTS 1 Faser	MS V1	Greenfield			1	16,4	2,0	14	90%	84%
8	FTTS 1 Faser	MS V1	Brownfield			1	7,0	0,6	15	96%	94%
9	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Greenfield		4	4	50,3	18,5	7	41%	25%
10	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Brownfield		4	4	18,7	6,8	10	59%	43%
11	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Greenfield		4	4	50,3	18,5	7	41%	25%
12	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Brownfield		4	4	18,7	6,8	10	59%	43%
13	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	16	1	1	40,8	11,3	10	59%	43%
14	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	16	1	1	11,7	1,5	13	81%	72%
15	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	32	1	1	40,4	10,9	10	59%	43%
16	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	32	1	1	11,4	1,4	13	81%	72%
17	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	64	1	1	44,2	11,7	10	59%	43%
18	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	64	1	1	11,6	1,5	14	90%	84%
19	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	16	4	4	48,2	19,4	7	41%	25%
20	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	16	4	4	19,6	5,1	9	52%	35%
21	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	32	4	4	46,9	17,1	8	47%	31%
22	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	32	4	4	18,4	4,1	11	64%	50%
23	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	64	4	4	49,4	16,0	7	41%	25%
24	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	64	4	4	17,5	5,2	10 & 12	67%	54%
25	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	16	1	1	46,0	13,6	9	52%	35%
26	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	16	1	1	13,2	2,1	13	81%	72%
27	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	32	1	1	45,7	13,0	9	52%	35%
28	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	32	1	1	12,9	1,9	13	81%	72%
29	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	64	1	1	45,5	12,7	9	52%	35%
30	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	64	1	1	12,7	1,8	13	81%	72%

Quelle: WIK, BAKOM

Die Spalte „Invest“ weist den modellierten Gesamtinvest in Mrd. CHF über alle 16 Cluster aus. Zur Bestimmung der Subventionen werden alle Kosten herangezogen, sowohl die CAPEX für direkte und indirekte Investitionen (abgeschrieben und verzinst), die OPEX für den Betrieb und Unterhalt des gesamten Netzes (incl. Kernnetz) und die Anmietung von Kupfervorleistungen (Szenarien 7 und 8) als auch die Gemeinkosten. Darin enthalten sind bei den Brownfield-Szenarien auch die Kosten für die Miete der Leerrohrkapazitäten. Die Spalte „Subsidy“ weist dann die notwendigen Subventionen in den unprofitablen Clustern aus, die benötigt werden, damit die Erlöse zusammen mit den Subventionen die Kosten decken. Der Subventionsbedarf wird als Einmalzahlung im Vorfeld des Ausbaus angenommen. Die Spalte „Profitabel bis Cluster“ weist aus, bis zu welchem Cluster ein profitabler Netzbetrieb noch möglich ist und daher für diese auch keine Subventionen benötigt werden. In wenigen Ausnahmefällen kann nach einem unprofitablen Cluster wieder ein profitables Cluster auftauchen. Dies ist i.d.R. bedingt durch die zuvor beschriebenen Unterschiede in den Kosten und Ertragsstrukturen sowie dem Stand des Ausbaus.

Die Spalte „Anteil Anschlüsse profitabel“ weist aus, welcher Anteil der Anschlüsse im Ausbaugbiet sich in den profitablen Clustern befinden. Die Spalte „Anteil Gebäude“ profitabel“ weist aus, welcher Anteil der Gebäude im Ausbaugbiet sich in den profitablen Clustern befinden.

Die Brownfield-Szenarien zeichnen sich gegenüber den Greenfield-Szenarien immer dadurch aus, dass sie sowohl geringere Investitionen benötigen, sich also die Abschreibungen reduzieren und dieser Effekt durch die Anmietung bestehender Infrastrukturen nicht kompensiert wird (Miete ist günstiger als Eigenbau). Im Business Case ergeben sich saldiert geringere Kosten. Hierdurch ist auch der Subventionsbedarf entsprechend geringer.

Generell kann man zusammenfassend folgende Aussagen treffen:

- FTTS (Szenarien 7 und 8) ist mit deutlichem Abstand die Technologie, welche die geringsten Investitionen benötigt. Die Kosten sind dennoch verhältnismäßig hoch, da die Kupfer-Doppeladern vom Verzweiger bis zum Anschluss gemietet werden müssen, was sich im OPEX niederschlägt. Es gibt faktisch ggü. FTTH eine Verschiebung von Investitionen in die Miete der letzten Meter. Dies ist in der Bestimmung der Subventionen berücksichtigt.
- Die 4-Faser-Szenarien sind jeweils signifikant teurer als die 1-Faser-Szenarien, insbesondere in der Brownfield-Betrachtung.
- Die PtoMP-Szenarien sind etwas günstiger als die PtoP-Szenarien, es gibt aber recht deutliche Unterschiede bei den verschiedenen Splitting-Verhältnissen.
- Die PtoP-Szenarien mit zentralem Splitter in der Schaltzentrale liegen ungefähr in den Größenordnungen wie auch die auf Ethernet basierenden PtoP-Szenarien.

Wenn die FTTH PtoP 1 Faser Szenarien 3 bis 6 als Basisfall (100%) angesetzt werden, dann ergeben sich hinsichtlich der benötigten Investitionen folgende Erkenntnisse:

- Die Szenarien 3 und 5, bzw. 4 und 6 (FTTH PtoP 1 Faser) liefern bei der Betrachtung ohne Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus identische Ergebnisse, da sich die Szenarien lediglich bei den Ausbaugebieten unterscheiden.
- Die Szenarien 1 und 2 (FTTH PtoP 1 Faser, geringerer adressierbarer Markt) benötigen geringfügig geringere Investitionen (98% bzw. 92%), da hier ein geringerer adressierbarer Markt unterstellt wird. Die festen Investitionen zur Erschließung aller Haushalte sind identisch, die sich aus der geringeren Anzahl anzuschließender Haushalte ergebenden variablen Investitionen fallen erwartungsgemäß geringer aus.
- Die Szenarien 7 und 8 (FTTS) ergeben Investitionserfordernisse von 36% bzw. 54% im Vergleich zu den Basisfällen.

- Die Szenarien 9 bis 12 (FTTH PtoP 4 Fasern) ergeben erwartungsgemäß deutlich höhere Investitionserfordernisse (110% im greenfield Fall bzw. 146% im brownfield Fall).
- Die Szenarien 13 bis 18 (FTTH PtoMP 1 Faser) erfordern insgesamt etwas geringere Investitionen als die Basisfälle, jedoch unterschiedlich je nach angenommenen Splittingverhältnis zwischen 89% und 97% für die greenfield Fälle und zwischen 98% und 91% für die brownfield Fälle. Hervorzuheben ist die Tatsache, dass die Szenarien mit der geringsten möglichen Bandbreite (Splittingverhältnis 1:64) dennoch die höchsten Investitionsanforderungen aufweisen. Dies ist mit der unterschiedlichen Topologie zu erklären: Je mehr Fasern in einem Splitter zusammengefasst werden, desto länger sind die kundenindividuellen Drop-Verbindungen und desto kürzer werden die Feeder. D.h. bei einem Splittingverhältnis 1:64 wird die Topologie im Modell analog den FTTH PtoP Szenarien unterstellt, während bei den Splittingverhältnisse 1:32 bzw. 1:16 im Modell eine Topologie analog FTTS unterstellt wird.
- Die Szenarien 19 bis 24 (FTTH PtoMP 4 Fasern) ergeben wieder erwartungsgemäß deutlich höhere Investitionserfordernisse, auch im Vergleich zu den entsprechenden 1 Faser Szenarien. Im Vergleich zu den Basisfällen ergeben sich höhere Investitionen zwischen 103% und 108% für die greenfield Fälle und zwischen 136% und 153% für die brownfield Fälle.
- Die Szenarien 25 bis 30 (FTTH PtoP 1 Faser mit Splitter in der Schaltzentrale) ergeben Investitionserfordernisse sehr ähnlich denen der Basisfälle und weichen um nicht mehr als 3% davon ab.

3.2.3 Ausbauvarianten mit Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus

Bei der Betrachtung der Szenarien mit Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus wurde für die Szenarien jeweils berücksichtigt, wie viele Anschlüsse gemäß Breitbandatlas bereits mit ausreichender Bandbreite versorgt sind, abhängig vom definierten Ausbaugesbiet bzw. der Aufgreifschwelle:

Tabelle 3-8: Modellergebnisse mit Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus

MIT Berücksichtigung vorhandener Ausbau											
Szenarien		Market Share		PON			Invest [Mrd. CHF]	Subsidy [Mrd. CHF]	Profitabel bis Cluster	Anteil Anschlüsse profitabel	Anteil Gebäude profitabel
Lfd Nr.	Architektur	Version	Typ	Splitter 1:x	Fasern Drop	Fasern Feeder					
1	FTTH PtoP 1 Faser	MS V2	Greenfield		1	1	31,4	16,9	6	16%	12%
2	FTTH PtoP 1 Faser	MS V2	Brownfield		1	1	7,8	3,0	11	49%	42%
3	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield		1	1	15,6	7,7	9	22%	23%
4	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield		1	1	4,0	1,4	13	57%	58%
5	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield		1	1	7,5	4,0	9	21%	22%
6	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield		1	1	1,9	0,8	13	50%	52%
7	FTTS 1 Faser	MS V1	Greenfield			1	3,0	0,8	14	67%	68%
8	FTTS 1 Faser	MS V1	Brownfield			1	1,2	0,2	15	84%	85%
9	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Greenfield		4	4	17,1	9,4	7	14%	15%
10	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Brownfield		4	4	6,0	3,8	10	28%	29%
11	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Greenfield		4	4	8,2	4,9	7	14%	15%
12	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Brownfield		4	4	2,9	2,0	10	26%	27%
13	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	16	1	1	14,4	6,2	10	28%	29%
14	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	16	1	1	3,8	1,0	13	57%	58%
15	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	32	1	1	14,3	6,1	10	28%	29%
16	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	32	1	1	3,7	1,0	13	57%	58%
17	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	64	1	1	7,4	3,5	10	26%	27%
18	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	64	1	1	1,8	0,6	14	67%	68%
19	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	16	4	4	16,6	9,4	7	14%	15%
20	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	16	4	4	6,2	2,8	9	22%	23%
21	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	32	4	4	16,3	8,7	8	19%	19%
22	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	32	4	4	6,0	2,5	11	34%	35%
23	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	64	4	4	8,1	4,4	7	14%	15%
24	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	64	4	4	2,7	1,7	10 & 12	34%	36%
25	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	16	1	1	15,8	7,3	9	22%	23%
26	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	16	1	1	4,2	1,4	13	57%	58%
27	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	32	1	1	15,7	7,1	9	22%	23%
28	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	32	1	1	4,1	1,3	13	57%	58%
29	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	64	1	1	7,6	3,7	9	21%	22%
30	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	64	1	1	2,0	0,7	13	50%	52%

Quelle: WIK, BAKOM

Insgesamt gehen die Investitionsbedarfe, Kosten und Subventionsbedarfe gegenüber der Betrachtung ohne Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus zurück. Wie stark sich die Reduktion auswirkt, ist aber signifikant abhängig vom definierten Ausbaugesbiet, das durch die Aufgreifschwelle festgelegt ist. D.h. der Wert, bis zu dem die bestehende Versorgung ausreicht und kein FTTH-Ausbau erfolgen soll, bestimmt die landesweiten Ausbaukosten wesentlich mit. In der Modellierung werden alle Anschlüsse und deren Kosten aus der Berechnung herausgenommen, die bereits versorgt sind. Für den Rest, die noch unversorgten Anschlüsse, werden die Kosten, die Erträge und der erzielbare Ertrag bewertet bzw. für den Fall, dass kein positiver Ertrag erzielt werden kann, die erforderliche Subvention bestimmt, damit bei der Versorgung der Anschlüsse kein Verlust entsteht. Die Spalte „Anteil Anschlüsse profitabel“ weist aus, welcher Anteil der der noch auszubauenden Anschlüsse im Ausbaugesbiet sich in den profitablen Clustern befinden. Die Spalte „Anteil Gebäude“ profitabel“ weist aus, welcher Anteil der der noch auszubauenden Gebäude im Ausbaugesbiet sich in den profitablen Clustern befinden.

Wir verweisen auf Anhang 1 für eine beispielhafte Erläuterung von Fragen zur Plausibilität von nicht auf den ersten Blick intuitiven Modellergebnissen.

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Die Schweiz verfügt zwar in den Statistiken der OECD über einen Spitzenplatz in der Verfügbarkeit von Hochbreitband. Trotz dieser positiven Entwicklungen ist die Schweiz landesweit jedoch noch weit von einer flächendeckenden Verfügbarkeit von Hochbreitband mit Geschwindigkeiten von mehr als 100 Mbit/s entfernt, geschweige denn von einem Gigabitziel. Die Versorgungslücke weist zudem erhebliche regionale Disparitäten innerhalb und zwischen Kantonen auf. Insofern gibt es in der Schweiz erneut eine intensive politische Diskussion über die Erreichung eines landesweiten Ausbaus der Hochbreitbandnetze.

Der Gutachtauftrag

2. Im Auftrag der Kommission für Verkehr und Fernmeldewesen des Nationalrates hat das BAKOM einen Postulatsbericht „Hochbreitbandstrategie des Bundes“ zu erstellen. Dieser Bericht soll Optionen prüfen, wie die bestehenden Versorgungslücken geschlossen werden können. Dabei sollen die am besten realisierbaren Technologien eingesetzt werden. Zur Unterstützung der eigenen Berichterstattung hat das BAKOM im Dezember 2021 bei WIK-Consult ein Gutachten in Auftrag gegeben. Als konkrete Untersuchungsfragen für das WIK-Gutachten benannte das BAKOM die Folgenden:

- Welche Breitbandtechnologien erlauben heutzutage welche Leistungen, insbesondere in punkto Bandbreiten, Symmetrie der Bandbreiten sowie weiteren Leistungsparametern (Latenz etc.)? Welche Leistungen, insbesondere Bandbreiten, könnten diese Technologien voraussichtlich in fünf Jahren erbringen?
- Welche Unterschiede in den Investitionen und Kosten ergeben sich beim Ausbau verschiedener Architekturen im 1-Faser- oder 4-Fasermodell?
- Welche Unterschiede ergeben sich in den Investitionen und Kosten beim PtoP und PtoMP Ausbau?
- Welche Unterschiede ergeben sich bei den Investitionen und Kosten bei der Nutzung von XGS.PON auf einer PtoP im Vergleich zu einer PtoMP Glasfasertopologie?
- Wieviel würde ein landesweiter Ausbau von Hochbreitband in der Schweiz kosten, ausgehend vom aktuellen Ausbaustand der Netze und unter Berücksichtigung der technologischen Entwicklung, differenziert nach den unterschiedlichen Netzarchitekturen, Bandbreitenzielen, Aufgreifschwelle und den damit zusammenhängenden Ausbauständen?
- Welche Zuschüsse aus der öffentlichen Hand sind in Abhängigkeit von Aufgreifschwelle und Versorgungszielen unter dem Anspruch einer flächendeckenden Versorgung in der Schweiz erforderlich? Welche Einsparungen können dahinge-

hend erzielt werden, wenn man Abstriche an den Anforderungen macht, umgesetzt über die verschiedenen Netzarchitekturen und damit verbundenen Möglichkeiten, Eigenschaften und Beschränkungen?

- Wie weit kann ein marktgetriebener, profitabler Hochbreitbandausbau gehen?

Ausgangspunkt der Betrachtungen sind die FTTH-Modelle, die das WIK 2009 und 2017 für das BAKOM entwickelt hat. Das Modell von 2017 wurde entsprechend der Fragestellungen deutlich überarbeitet und in seinen Funktionen erweitert und es wurden erstmals relevante Modellparameter bei den Marktteilnehmern in der Schweiz erfragt.

Performance der Breitbandtechnologien

3. FTTC-Architekturen nutzen eine Glasfaser zwischen dem MPoP und dem Cabinet am Strassenrand und verkürzen so die Kupferanschlussleitung auf die Strecke zwischen dem Cabinet und dem Endkunden. Unter Verwendung von VDSL2 DSLAMs im Cabinet und unter Einsatz des das Nebensprechen zwischen den Kupferdoppeladern unterdrückenden Vectoring-Verfahrens können Übertragungsraten bis zu 100 Mbit/s Downstream (Profil 17a) bzw. 250 Mbit/s (Profil 35b, neu) erreicht werden. Die VDSL Übertragungsverfahren sind grundsätzlich asymmetrisch designed. Im Upstream werden daher 40 Mbit/s (Profil 17a und Profil 35b) erreicht. Die Bandbreiten nehmen über die Leitungslänge ab. Nach ca. 600m bricht diese bereits deutlich ein. Die FTTC-Technologien werden nicht weiter ausgebaut und bei den für diese Studie unterstellten Anforderungen an die Mindestversorgung wird FTTC immer überbaut/ ersetzt werden.

Tabelle 4-1: Typische FTTC VDSL Vectoring Verfahren

VDSL Profil	Downstream	Upstream	Einsatzbereich
17a	100 Mbit/s	40 Mbit/s	max. 600 – 1000 m
35b	250 Mbit/s	40 Mbit/s	max. 600 – 1000 m

Quelle: WIK

4. FTTS-Architekturen nutzen eine längere Glasfaser als FTTC, die vom MPoP zu Schächten am Strassenrand reichen und so die Kupferdoppeladern noch einmal verkürzen. Typischerweise wird ab hier die G.fast Übertragungstechnik eingesetzt, die zur Unterdrückung des Nebensprechens gleichfalls ein Vectoring-Verfahren einsetzt. G.fast kann wahlweise symmetrisch mit gleicher Kapazität in beide Übertragungsrichtungen oder aber beliebig asymmetrisch eingestellt werden, wobei die Summenübertragungsrate immer gleich bleibt. Diese Einstellung ist nur je ONU möglich, nicht je individueller Anschlussleitung. Der Einsatzbereich erstreckt sich auf maximal ca. 200 m Leitungslänge. Bei größeren Längen ist VDSL Vectoring performanter. FTTS mit G.Fast wird noch als relevante Technologie mit einem relevanten Anwendungsbereich in der Schweiz angesehen und bei manchen Ausbauvarianten als ausreichendes Bestandsnetz berücksichtigt.

Tabelle 4-2: G.fast Verfahren

Symmetrie	Downstream	Upstream	Einsatzbereich
symmetrisch	500 Mbit/s	500 Mbit/s	max. 200 m
asymmetrisch (Bsp.)	900 Mbit/s	100 Mbit/s	max. 200 m

Quelle: WIK

5. FTTH PtoMP Architekturen aggregieren die Faseranschlusslinien von den Endteilnehmern auf einem passiven optischen Splitter, der die Übertragung vieler Signale von und an die Endteilnehmer auf einer einzelnen Faser zur Schaltzentrale hin weiterleitet. Diese ist dann ein Shared Medium, auf dem sich die Teilnehmer die gemeinsame Kapazität teilen. Für die Modellierung unterstellen wir die state of the art XGS.PON Technik, die 10 Gbit/s in beide Richtungen (symmetrisch) zu übertragen erlaubt. Eine PtoMP Glasfaserstruktur benötigt immer eine G.PON Technik zum Betrieb, um die Verwaltung der gemeinsam genutzten (Shared) Bandbreite zu gewährleisten. Insoweit ist PtoMP eine technologieabhängige Netzarchitektur.

Tabelle 4-3: FTTH Punkt-zu-Multipunkt (PtoMP) Übertragungsverfahren

Symmetrie	Downstream	Upstream	Einsatzbereich
symmetrisch, shared	10.000 Mbit/s	10.000 Mbit/s	20 km

Quelle: WIK

In der Tabelle ist die Summenbandbreite für alle an einem Splitter angeschlossenen Kunden dargestellt. Unter der Annahme eines Splitting-Verhältnisses von 1:64 und der Gleichzeitigkeit der Nutzung von 20% der angeschlossenen Nutzer zur Hauptverkehrszeit entfällt auf den einzelnen Nutzer 7,8% der Summenbandbreite, d.h. 780 Mbit/s. Im Peak kann nur ein allein aktiver Nutzer die 10 Gbit/s erreichen, d.h. kein anderer darf gleichzeitig senden.

6. FTTH PtoP Architekturen bieten eine transparente Glasfaser zwischen der Wohnung des Endkunden und dem MPoP, die beliebige Übertragungsraten symmetrisch zu übertragen erlaubt. In der Tabelle 4-4 geben wir die höchsten derzeit marktverfügbaren Ethernet Kunden-Schnittstellen an.¹⁰ Die geringste marktübliche Bandbreite ist derzeit 1 Gbit/s.

Tabelle 4-4: FTTH Punkt-zu-Punkt (PtoP) Übertragungsverfahren

Symmetrie	Downstream	Upstream	Einsatzbereich
symmetrisch, dediziert	25.000 Mbit/s	25.000 Mbit/s	> 40 km

Quelle: WIK

¹⁰ Init7, seit 2021: <https://www.init7.net/de/internet/warum-init7/>.

Auf einer PtoP Faserstruktur kann auch XGS.PON übertragen werden. Die Splitter befinden sich dann in der Schaltzentrale (MPoP). Die übertragungstechnischen Eigenschaften werden durch XGS.PON und sein Sharing-Verhalten bestimmt, es sei denn, man nutzt einzelne Fasern für andere, z.B. PtoP geeignete Übertragungsverfahren ohne Sharing. PtoP ist eine (weitestgehend) technologieneutrale Netzarchitektur.

7. DOCSIS Architekturen wurden für die bidirektional Übertragung von Daten und Telefonie auf Kabel-TV Netzen entwickelt. Sie sind derzeit grundsätzlich für eine asymmetrische Datenübertragung ausgelegt. Eine symmetrische Übertragung ist standardisiert und erste Implementierungen sind für das kommende Jahr angekündigt. Wir gehen derzeit für die Schweiz vom DOCSIS Release-Stand 3.1 aus, 4.0 wird als Option angedacht, so dass die mit DOCSIS versorgten Gebäude in den Szenarien i.d.R. nicht überbaut werden. Für die heute üblichen Glasfaser Segmente zwischen den zentralen CMTS und den Fibre Nodes in der Fläche bestehen die nur geringen Längenrestriktionen der Glasfaserkabel. In den Koaxialkabelsegmenten vom Fibre Node zum Endkunden besteht im Grundsatz eine Begrenzung der Übertragungslänge, die über Zwischenverstärker überwunden wird. Die Koaxialkabelsegmente sind ein geteiltes Medium, dessen Übertragungskapazität sich alle angeschlossenen Kunden teilen. Die Migration zu kleineren Fibre Nodes wird im Hinblick auf die Umsetzung der DOCSIS Full-Duplex Optionen fortgesetzt. Damit verringert sich die überbrückte Entfernung und das Erfordernis, Zwischenverstärker auf den Koaxialkabelsegmenten einzusetzen.

DOCSIS Architekturen operieren grundsätzlich auf einem Shared Medium im finalen Anschlusssegment, d.h. alle Endteilnehmer dort konkurrieren um dieselbe Bandbreite der Anschlusslinie. Sind an einem Fibre Node, der ein solches COAX Segment betreibt, 50 Teilnehmer angeschlossen, so stehen dem Einzelnen bei 20% Gleichzeitigkeit der Nutzung zur Busy Hour nur 10% der Gesamtbandbreite zur Verfügung (d.h. bei DOCSIS 3.1 100 Mbit/s upstream bzw. 1.000 Mbit/s downstream).

Tabelle 4-5: Aktuelle DOCSIS Übertragungsverfahren (geteilte Bandbreiten)

Release	Symmetrie	Downstream	Upstream	Einsatzbereich
3.0	Asymmetrisch, shared	1.200 Mbit/s	120 Mbit/s	> 100 km
3.1	Asymmetrisch, shared	10.000 Mbit/s	1.000 Mbit/s	> 100 km

Quelle: WIK; der Einsatzbereich erfordert Zwischenverstärker

8. Bereits in 2009 hatten wir für das BAKOM Szenarien einer nationalen Glasfaserausbaustrategie in der Schweiz mit einem FTTH-Modell abgebildet und berechnet. Der damals entwickelte Modellansatz basierte auf einer Bottom-up Netzmodellierung, bei der alle Netzelemente des Glasfasernetzes entsprechend der Kundenverteilung in der Fläche berücksichtigt wurden. Das Modell war als Greenfield-Ansatz angelegt und hat des-

halb alle benötigten Netzelemente nach ihren aktuellen Wiederbeschaffungswerten bewertet. Allerdings wurden für das Glasfasernetz die bestehenden Schaltzentralen der Swisscom als feste Bestandteile des im Übrigen effizient optimierten Netzes berücksichtigt.

Im Modellansatz von 2017 haben wir die Möglichkeit geschaffen, die bereits vorhandene Breitbandversorgung beim weiteren Breitbandausbau angemessen zu berücksichtigen. Auch konnte die Technologie unter Berücksichtigung ihrer profitablen Reichweite gewählt werden. Im vorliegenden Modell können wir Ein- und Vierfasermodelle in den verschiedenen oben aufgeführten Netzarchitekturen und Fasertopologien (PtoP und PtoMP) miteinander bzgl. ihrer Investitionsbedarfe und Kosten vergleichen und die Profitabilitätsgrenze für den eigenwirtschaftlichen Ausbau sowie die Subventionsbedarfe bestimmen. Und dies mit oder ohne bereits bestehende Ausbauten und mit oder ohne Berücksichtigung bestehender Leerrohr-Infrastrukturen.

9. Alle 1.491 Anschlussbereiche des Schweizer Netzes wurden in beiden Modellansätzen (2009 und 2017) insgesamt 16 Clustern in Abhängigkeit von der jeweiligen Anschlussdichte je km² zugeordnet. Dieser Ansatz wurde beibehalten. Die Daten für die Cluster wurden jedoch an das aktuell bestehende Netz angepasst. Der aktuell bestehende Ist-Netzausbau wurde aus dem Breitbandatlas für die Schweiz im Stand 10.5.2022 aktualisiert.

10. In der hier vorliegenden Studie stützen wir uns weiterhin auf das NGA-Modell des WIK ab, das die Abbildung verschiedener Breitbandtechnologien erlaubt und das auf demselben Modellansatz aufbaut wie die Modelle aus den Jahren 2009 und 2017. Die Abbildung der verschiedenen zuvor genannten Breitbandtechnologien ist mit dem jetzt entwickelten FTTH-Modell für die Schweiz möglich. Weiterhin haben wir für die vorliegenden Berechnungen neue Parameterwerte am aktuellen Rand ermittelt und benutzt.

11. Gegenüber der Parametrierung von 2017 haben wir in Abstimmung mit dem BAKOM nahezu alle wesentlichen Modellparameter aktualisiert. Hierzu wurden zwei Fragebögen erstellt. Ein Fragebogen wurde vom BAKOM beantwortet und die hierdurch erhobenen Parameter dann in das Modell übernommen. Der zweite Fragebogen wurde von Marktteilnehmern beantwortet. Die Rückmeldungen wurden aggregiert, mit dem BAKOM abgestimmt und ebenfalls als neue Parameterwerte in das Modell übernommen.

Modellszenarien und Ergebnisse

12. Wir haben insgesamt sechs Gruppen von Szenarien berechnet, jeweils in den Varianten Greenfield und Brownfield und jeweils mit bzw. ohne eine Berücksichtigung der bestehenden Versorgung bei verschiedenen Aufgreifschwelen. Als Greenfield wird hierbei eine flächendeckende Versorgung der Schweiz ohne die Nutzung von bereits vorhandener Infrastruktur (Gräben, Rohre) verstanden, während als Brownfield die Nutzung und Miete bereits vorhandener Infrastruktur verstanden wird. Bei der Berücksichtigung des

bestehenden Ausbaus werden in Abhängigkeit von der definierten Aufgreifschwelle bestimmte Ausbaugebiete für FTTH angenommen. D.h. es wird nur dort die bestehende Versorgung überbaut, wo die in der Aufgreifschwelle definierte Mindestgeschwindigkeit typischerweise nicht erreicht wird. Es werden für die Szenarien die Aufgreifschwelle von 0,3, 1 und 10 Gbit/s verwendet. Es wird daher in allen Szenarien davon ausgegangen, dass FTTC Netze immer überbaut werden, da diese lediglich eine Bandbreite von weniger als 0,3 Gbit/s bieten. In einigen Szenarien werden auch vorhandene FTTS Ausbauten überbaut, da diese mit einer Bandbreite von weniger als 1 Gbit/s (symmetrisch) ebenfalls nicht dem gewählten Ausbauziel entsprechen. Nur in den beiden ersten Szenarien werden zusätzlich zu FTTC und FTTS auch FTTB und Kabelnetze mit DOCSIS 3.1/4.0 überbaut, weil hier die Aufgreifschwelle mit 10 Gbit/s (symmetrisch) angenommen werden soll.

12.1. Die erste Gruppe von Szenarien (Szenario 1 bis 6) befasst sich mit FTTH PtoP als aktives Ethernet Netzwerk mit einer Faser je Anschluss zwischen der Schaltzentrale und dem Endkundenanschluss.

12.2. Die zweite Gruppe von Szenarien (Szenario 7 bis 8) befasst sich mit FTTS als Netzwerk auf der Basis von G.fast und einer Faser je G.fast Verzweigerpunkt (DSLAM) bis zur Schaltzentrale.

12.3. Die dritte Gruppe von Szenarien (Szenario 9 bis 12) befasst sich mit FTTH PtoP als aktives Ethernet Netzwerk mit vier Fasern je Anschluss zwischen der Schaltzentrale und dem Endkundenanschluss.

12.4. Die vierte Gruppe von Szenarien (Szenario 13 bis 18) befasst sich mit FTTH PtoMP als passives XGS.PON Netzwerk mit einer Faser je Anschluss zwischen Splitter und Endkundenanschluss und einer Faser je Verbindung Splitter und Schaltzentrale. Diese Fasern werden mit XGS.PON OLT und ONU zentral bzw. beim Endkunden abgeschlossen.

12.5. Die fünfte Gruppe von Szenarien (Szenario 19 bis 24) befasst sich mit FTTH PtoMP als passives XGS.PON Netzwerk mit vier Fasern je Anschluss zwischen Splitter und Endkundenanschluss und vier Fasern je Verbindung Splitter und Schaltzentrale und entsprechenden aktiven OLT und ONU Netzelementen an den Enden des passiven Netzes.

12.6. Die sechste Gruppe von Szenarien (Szenario 25 bis 30) befasst sich mit FTTH PtoP als passives XGS.PON Netzwerk mit einer Faser je Anschluss zwischen

Schaltzentrale und Endkundenanschluss, mit zentralen Splittern in der Schaltzentrale und entsprechenden aktiven OLT und ONU Netzelementen an den Enden des passiven Netzes.

13. Tabelle 4-6 zeigt die Ergebnisse der berechneten Szenarien ohne eine Berücksichtigung des bereits bestehenden Ausbaus mit Breitbandtechnologien.

Tabelle 4-6: Flächendeckende Netzabdeckung mit Festnetztechnologien (ohne Berücksichtigung der bestehenden Netzabdeckung)

								OHNE Berücksichtigung vorhandener Ausbau				
Szenarien		Market Share	PON	Invest	Subsidy	Profitabel bis	Anteil	Anteil				
Lfd Nr.	Architektur	Version	Typ	Splitters 1:x	Fasern Drop	Fasern Feeder	[Mrd. CHF]	[Mrd. CHF]	Cluster	Anschlüsse profitabel	Gebäude profitabel	
1	FTTH PtoP 1 Faser	MS V2	Greenfield		1	1	44,6	20,2	6	33%	18%	
2	FTTH PtoP 1 Faser	MS V2	Brownfield		1	1	11,8	3,4	11	64%	50%	
3	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield		1	1	45,7	14,4	9	52%	35%	
4	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield		1	1	12,8	2,1	13	81%	72%	
5	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield		1	1	45,7	14,4	9	52%	35%	
6	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield		1	1	12,8	2,1	13	81%	72%	
7	FTTS 1 Faser	MS V1	Greenfield			1	16,4	2,0	14	90%	84%	
8	FTTS 1 Faser	MS V1	Brownfield			1	7,0	0,6	15	96%	94%	
9	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Greenfield		4	4	50,3	18,5	7	41%	25%	
10	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Brownfield		4	4	18,7	6,8	10	59%	43%	
11	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Greenfield		4	4	50,3	18,5	7	41%	25%	
12	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Brownfield		4	4	18,7	6,8	10	59%	43%	
13	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	16	1	1	40,8	11,3	10	59%	43%	
14	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	16	1	1	11,7	1,5	13	81%	72%	
15	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	32	1	1	40,4	10,9	10	59%	43%	
16	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	32	1	1	11,4	1,4	13	81%	72%	
17	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	64	1	1	44,2	11,7	10	59%	43%	
18	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	64	1	1	11,6	1,5	14	90%	84%	
19	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	16	4	4	48,2	19,4	7	41%	25%	
20	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	16	4	4	19,6	5,1	9	52%	35%	
21	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	32	4	4	46,9	17,1	8	47%	31%	
22	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	32	4	4	18,4	4,1	11	64%	50%	
23	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	64	4	4	49,4	16,0	7	41%	25%	
24	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	64	4	4	17,5	5,2	10 & 12	67%	54%	
25	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	16	1	1	46,0	13,6	9	52%	35%	
26	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	16	1	1	13,2	2,1	13	81%	72%	
27	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	32	1	1	45,7	13,0	9	52%	35%	
28	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	32	1	1	12,9	1,9	13	81%	72%	
29	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	64	1	1	45,5	12,7	9	52%	35%	
30	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	64	1	1	12,7	1,8	13	81%	72%	

Quelle: WIK, BAKOM

14. Um die in der Schweiz bereits vorhandene Versorgung und Netzabdeckung mit Hochbreitband in die modellmäßige Ermittlung des noch bestehenden Abdeckungsbedarfs einzubeziehen, haben wir uns auf die Daten des Breitbandatlas mit Stand vom 10.05.2022 abgestützt. Um die gebäudebezogenen Daten den Anschlusstechnologien

und den 16 räumlichen Dichteclustern zuzuordnen, haben wir einige Zuordnungskonventionen vorgenommen. Wir ermitteln so die beste für einen Haushalt verfügbare Anslusstechologie in folgender Selektionshierarchie:

FTTH>COAX>FTTS>FTTC>COPP,

wobei „COAX“ den Breitbandanschluss über ein Kabelnetz und „COPP“ den Breitbandanschluss über ein reines Kupferanschlussnetz repräsentiert. Dabei ist unterstellt, dass jede Wohnung und jede Arbeitsstätte über einen Kupfernetzanschluss erreicht wird. Die höchste für einen Haushalt in einem Gebäude verfügbare Anslusstechologie aus dem Breitbandatlas bestimmt die am Gebäude insgesamt verfügbare Anslusstechologie. Die räumliche Zuordnung der verfügbaren Netzabdeckung bildet den zentralen Ausgangspunkt für die Szenariorechnung bei bestehender Netzabdeckung.

Tabelle 4-7: Flächendeckende Netzabdeckung mit Festnetztechnologien bei Berücksichtigung der bestehenden Versorgung

							MIT Berücksichtigung vorhandener Ausbau				
Szenarien		Market Share	PON	Invest [Mrd. CHF]	Subsidy [Mrd. CHF]	Profitabel bis Cluster	Anteil Anschlüsse profitabel	Anteil Gebäude profitabel			
Lfd Nr.	Architektur	Version	Typ						Splitters 1:x	Fasern Drop	Fasern Feeder
1	FTTH PtoP 1 Faser	MS V2	Greenfield		1	1	31,4	16,9	6	16%	12%
2	FTTH PtoP 1 Faser	MS V2	Brownfield		1	1	7,8	3,0	11	49%	42%
3	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield		1	1	15,6	7,7	9	22%	23%
4	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield		1	1	4,0	1,4	13	57%	58%
5	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield		1	1	7,5	4,0	9	21%	22%
6	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield		1	1	1,9	0,8	13	50%	52%
7	FTTS 1 Faser	MS V1	Greenfield			1	3,0	0,8	14	67%	68%
8	FTTS 1 Faser	MS V1	Brownfield			1	1,2	0,2	15	84%	85%
9	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Greenfield		4	4	17,1	9,4	7	14%	15%
10	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Brownfield		4	4	6,0	3,8	10	28%	29%
11	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Greenfield		4	4	8,2	4,9	7	14%	15%
12	FTTH PtoP 4 Faser	MS V1	Brownfield		4	4	2,9	2,0	10	26%	27%
13	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	16	1	1	14,4	6,2	10	28%	29%
14	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	16	1	1	3,8	1,0	13	57%	58%
15	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	32	1	1	14,3	6,1	10	28%	29%
16	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	32	1	1	3,7	1,0	13	57%	58%
17	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Greenfield	64	1	1	7,4	3,5	10	26%	27%
18	FTTH PtoMP 1 Faser	MS V1	Brownfield	64	1	1	1,8	0,6	14	67%	68%
19	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	16	4	4	16,6	9,4	7	14%	15%
20	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	16	4	4	6,2	2,8	9	22%	23%
21	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	32	4	4	16,3	8,7	8	19%	19%
22	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	32	4	4	6,0	2,5	11	34%	35%
23	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Greenfield	64	4	4	8,1	4,4	7	14%	15%
24	FTTH PtoMP 4 Faser	MS V1	Brownfield	64	4	4	2,7	1,7	10 & 12	34%	36%
25	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	16	1	1	15,8	7,3	9	22%	23%
26	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	16	1	1	4,2	1,4	13	57%	58%
27	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	32	1	1	15,7	7,1	9	22%	23%
28	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	32	1	1	4,1	1,3	13	57%	58%
29	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Greenfield	64	1	1	7,6	3,7	9	21%	22%
30	FTTH PtoP 1 Faser	MS V1	Brownfield	64	1	1	2,0	0,7	13	50%	52%

Quelle: WIK, BAKOM

15. Bei einem Vergleich der Szenarien mit einer Aufgreifschwelle von 1Gbit/s (Szenarien 3, 9, 15, 21 und 27) und der Annahme von Szenario 3 als Basisszenario (**Greenfield**) zeigt sich, das Szenario 9 (FTTH PtoP 4 Fasern) als solches mit dem höchsten Investitions- und Subventionsbedarf (10% mehr Investitionsbedarf, ca. 25% mehr Subventionsbedarf, d.h. 4 Fasern brauchen im Greenfield ca. 10% mehr Investitionen und 25% mehr Subventionen als das 1 Fasermodell). Das Szenario 15 (FTTH PtoMP 1 Faser) dagegen ist das Szenario mit dem geringsten Investitions- und Subventionsbedarf (ca. 10% weniger Investitionsbedarf, ca. 22% weniger Subventionsbedarf, d.h. PtoMP mit Splittern im Feld benötigt ca. 10% geringere Investitionen und 22% geringere Subventionen als PtoP im Fall Greenfield).

Die Variante PtoP mit XGS.PON, 1 Faser und Splitter in der Schaltzentrale (Szenario 27) liegt bzgl. Investitionen und Subventionen nahe bei der Variante PtoP mit Ethernet (Szenario 3). Daher unterscheidet sich die XGS.PON Variante, 1 Faser, mit Splittern im Feld (Szenario 15), vom Szenario 27 vergleichbar wie zum Basisszenario (Szenario 3) (ca. 10% weniger Investitionsbedarf, ca. 10% weniger Subventionsbedarf, d.h. PtoMP mit Splittern im Feld benötigt ca. 10% geringere Investitionen und 10% weniger Subventionen als Splitter in der Schaltzentrale im Fall Greenfield).

Tabelle 4-8: Vergleich Szenarien PtoP und PtoMP mit 1 und 4 Fasern, Aufgreifschwelle 1 Gbit/s, Greenfield, ohne und mit Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus

Greenfield	Verhältnis Investitionen		Verhältnis Subventionen	
	OHNE	MIT	OHNE	MIT
Berücksichtigung Ausbau				
FTTH PtoP 1 Faser (Sz3)	100%	100%	100%	100%
FTTH PtoP 4 Faser (Sz9)	110%	110%	129%	123%
FTTH PtoMP 1 Faser PON (Sz15)	89%	92%	76%	79%
FTTH PtoMP 4 Faser PON (Sz21)	103%	105%	119%	113%
FTTH PtoP 1 Faser PON (Sz 27)	100%	101%	90%	93%

Quelle: WIK

16. Bei einem Vergleich der Szenarien mit einer Aufgreifschwelle von 1Gbit/s (Szenarien 4, 10, 16, 22 und 28) und der Annahme von Szenario 4 als Basisszenario (**Brownfield**), zeigt sich das Szenario 10 (FTTH PtoP 4 Fasern) als solches mit dem höchsten Investitions- und Subventionsbedarf (47% mehr Investitionsbedarf, ca. 300% mehr Subventionsbedarf, d.h. 4 Fasern brauchen im Brownfield ca. 47% mehr Investitionen und 300% mehr Subventionen). Das Szenario 16 (FTTH PtoMP 1 Faser) dagegen ist das Szenario mit dem geringsten Investitions- und Subventionsbedarf (ca. 10% weniger Investitionsbedarf, ca. 32% weniger Subventionsbedarf, d.h. PtoMP mit Splittern im Feld benötigt ca. 10% geringere Investitionen und 32% geringere Subventionen im Fall Brownfield).

Die Unterschiede zwischen zentralen Splittern in der Schaltzentrale oder Splittern im Feld sind beim 1 Faser XGS.PON Vergleich ähnlich dem Greenfield-Fall.

Tabelle 4-9: Vergleich Szenarien PtoP und PtoMP mit 1 und 4 Fasern, Aufgreifschwelle 1 Gbit/s, Brownfield, ohne und mit Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus

Brownfield Berücksichtigung Ausbau	Verhältnis Investitionen		Verhältnis Subventionen	
	OHNE	MIT	OHNE	MIT
FTTH PtoP 1 Faser (Sz4)	100%	100%	100%	100%
FTTH PtoP 4 Faser (Sz10)	146%	150%	323%	278%
FTTH PtoMP 1 Faser PON (Sz16)	89%	93%	66%	70%
FTTH PtoMP 4 Faser PON (Sz22)	143%	149%	197%	181%
FTTH PtoP 1 Faser PON (Sz28)	100%	103%	92%	93%

Quelle: WIK

17. Die bestehende Netzabdeckung senkt den noch für die Flächendeckung mit Hochbreitband erforderlichen Investitionsaufwand erheblich, wie Tabelle 4-7 ausweist. Die Profitabilitätsgrenze ist durch die Berücksichtigung der bestehenden Versorgung nicht tangiert. Auch wirkt sich die bestehende Netzabdeckung im Festnetz auf die erforderlichen Investitionsbeihilfen zum Ausgleich der Wirtschaftlichkeitslücke aus. Diese bleibt aber auf den dünner besiedelten Bereich der Schweiz konzentriert, bei dem die Ausgangsversorgung auch nur begrenzt vorhanden ist.

18. Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass sowohl die Investitionserfordernisse als auch die Subventionsbedarfe der PtoP Varianten, welche entweder auf Ethernet basieren oder als passives Netzwerk mit einem Splitter in der Schaltzentrale sowie XGS.PON an den Enden aufgebaut sind, auf sehr ähnlichem Niveau liegen. Daher bietet der Ansatz einer Netztopologie in PtoP, welche mit zentralen Splitttern betrieben wird, eine gute Möglichkeit, um eine zukunftsweisende Glasfaser-Topologie mit den Möglichkeiten einer aktiven XGS.PON-Technologie zu kombinieren. Das Glasfasernetz bleibt dabei technologieneutral und wäre in der Schaltzentrale physisch entbündelbar.

Schlussfolgerungen

19. Die größte Zukunftsfähigkeit und maximale Flexibilität bieten die PtoP Topologien mit einem 4 Faser Ausbau. Diese sind jedoch auch mit den höchsten Investitionen und Subventionsbedarfen verbunden.

20. Der Überbau von bestehenden FTTB und DOCSIS 3.1/4.0 Netzen erscheint nicht als vordergründige Lösung, da zwar hierdurch Netze geschaffen werden, die bereits eine

Leistungsfähigkeit von 10 Gbit/s bieten, aber auf der anderen Seite überproportionale Subventionsbedarfe erfordern.

21. Ein Überbau der bestehenden FTTC und FTTS-Netze ermöglicht eine zukunftsfähige Versorgung aller Anschlüsse mit 1 Gbit/s.

22. Ein Ausbau mit einer 4-Faser-Technologie bietet zwar eine sehr große Flexibilität bei der Beschaltung der Anschlüsse im Wettbewerb, jedoch stehen dem auch hohe Investitions- und Subventionsbedarfe gegenüber. Sie erlauben, einem Endkunden die Angebote mehrerer Anbieter gleichzeitig parallel zu nutzen. Die Nachfrage danach halten wir jedoch für gering. Es ist unwahrscheinlich, dass in der Praxis mehr als eine Glasfaser je Anschluss zum Einsatz kommt. Die überzähligen Fasern wären dann ungenutzt.

23. Eine Einfaser PtoP Topologie erlaubt die physische Entbündelung in der Schaltzentrale und damit den diskriminierungsfreien und technologieutralen Wettbewerb auf dem Anschlussnetz, ohne die Mehrinvestitionen in 4 Fasern. Demgegenüber begrenzt eine 1 Faser PtoMP Glasfasertopologie den Wholesale-Nachfrager an der Schaltzentrale auf ein technologieabhängiges Vorleistungsprodukt des Anschlussnetzbetreibers, d.h. der Wholesale-Nachfrager kann kein besseres Endkunden-Produkt anbieten als die Basis des Vorleistungsproduktes hergibt.

24. Der Wohlfahrtsmehrwert des diskriminierungsfreien und technologieutralen Wettbewerbs kann die Mehrkosten eines PtoP Einfaser- oder Mehrfaserausbau im Vergleich mit PtoMP im Anschlussnetz mehr als aufwiegen, wobei das Einfaser-Netz aufgrund des geringeren Investitions- und Subventionsbedarfs besser abschneidet als das Mehrfasernetz.

25. Bei einem PtoMP 4 Faser Ausbau nur im Drop mit Splittern im Feld (an Faserverzweiger nahe bei den Endkunden) verringern sich die Ausbaurkosten im Vergleich zu einem 4 Faserausbau auch im Feeder nicht erheblich. Jeder Wettbewerber, der sich dort (am Splitter) kollozieren wollte, um auf eine separate technologie neutrale Faser zugreifen zu können, muss jedoch in eine eigene, oft ungeteilte Feeder Infrastruktur investieren, die den Business-Case gegenüber dem Wholesale Anbieter verteuert und ohne Subventionen unprofitabel macht. Derartige national wettbewerbliche Konstellationen existieren u.W. in der Praxis nicht und sind u.E. auch nicht in relevantem Umfang zu erwarten, weil die Skaleneffekte am Faserverteiler für mehrere Wettbewerber zu gering werden.

26. Die passiven Netzwerke in der PtoMP Architektur sind durchweg günstiger, als solche in PtoP Architektur. Jedoch ist hier zu beachten, dass eine geringere Zukunftsfähigkeit gegeben ist und ein nachträgliches Upgrade in der Beschaltungstechnologie (z.B. XGS.PON OLT und ONU auf nachfolgende Generationen) mit erheblichen Kosten verbunden sein würde. Eine Entscheidung für eine PtoMP Architektur nur wegen eventueller Vorteile eines aktiven XGS.PON Netzes ist nicht notwendig, weil auch ein geeignetes

passives Netz für eine xPON Technologie, nahezu investitionsneutral, über eine PtoP Architektur mit Splittern in der Schaltzentrale errichtet werden kann.

27. Eine Glasfasernetzarchitektur mit Splittern und OLTs in der Schaltzentrale erlaubt eine effizientere Verwendung von Splittern und OLT, weil nur so viele Netzelemente benötigt werden wie Kunden auf dieses Netz geschaltet sind. Die Vorhaltung von freien Ports und entsprechend mehr OLTs, wie sie bei Splittern im Feld unausweichlich sind, erübrigt sich hier. Neben der Kostenersparnis diesbezüglich ergibt sich ein geringerer Energieverbrauch. Außerdem ist eine physische Entbündelung durch Dritte möglich.

28. Die hier vorgelegten Investitionsvergleiche berücksichtigen die Abschreibungskosten und Upgrade-Kosten für eine weitere Migration der PtoMP-Netze nicht.¹¹ Ein derartiger Vergleich würde u.a. berücksichtigen, dass langlebige Feeder Faserinvestitionen den kurzlebigeren Investitionen in x.PON Equipment zur Verwaltung des Shared Medium Feeder Faser entgegenstehen. Bei einem reinen Investitionsvergleich stehen damit die auf 40 Jahre abgeschriebenen Glasfaserinvestitionen den Investitionen für auf 7 Jahre abgeschriebene aktive XGS.PON Technologie gegenüber.

29. Unter der Voraussetzung, dass ein diskriminierungsfreier Zugang zu entbündelten PtoP Glasfasern an den Schaltzentralen ermöglicht wird, schneidet eine PtoMP Architektur mit 4 Fasern aufgrund der hohen Kosten und der geringen Wahrscheinlichkeit der Nutzung wirtschaftlich und wettbewerblich schlechter ab.

Zum Beleg haben wir aus der Vielzahl möglicher Vergleiche drei Vergleiche aus den Modellergebnissen herausgezogen, in denen wir PtoP und PtoMP Topologien mit 1 und 4 Fasern miteinander vergleichen:

- A: PtoMP 1Fs mit PtoMP 4Fs
- B: PtoMP 4 Fs mit PtoP 1Fs
- C: PtoP 1 Fs mit PtoP 4Fs

Alle Vergleiche sind ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbauten und rein Greenfield vorgenommen, um die reinen Architektur- und Topologieformen miteinander zu vergleichen und den spezifischen Einfluss der Situation in den Ausbaubereichen auszuklammern. Es wurde, wo relevant, ein Splittingverhältnis von 1:32 ausgewählt, weil dieses bei XGS.PON die Versorgung mit 1 Gbit/s gewährleistet.

¹¹ Vgl. Plückebaum, T.; Ockenfels, M.: Kosten und andere Hemmnisse der Migration von Kupfer- auf Glasfasernetze, WIK Diskussionsbeiträge Nr. 457, Bad Honnef, Februar 2020, https://www.wik.org/fileadmin/user_upload/Unternehmen/Veroeffentlichungen/Diskus/2022/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_457.pdf.

Tabelle 4-10: Drei Vergleiche PtoP und PtoMP mit 1 oder 4 Fasern

Vergleich	PON						Invest [Mrd. CHF]	Subsidy [Mrd. CHF]	Profitabel bis Cluster	Anteil Anschlüsse profitabel	Anteil Gebäude profitabel
	Szenarien		Splitter Fasern Fasern			Invest					
	Lfd Nr.	Architektur	Typ	1:x	Drop						
A	15	FTTH PtoMP 1 Faser	Greenfield	32	1	1	40,4	10,9	10	59%	43%
	21	FTTH PtoMP 4 Faser	Greenfield	32	4	4	46,9	17,1	8	47%	31%
	21-15						+6,5	+6,2			
B	21	FTTH PtoMP 4 Faser	Greenfield	32	4	4	46,9	17,1	8	47%	31%
	3	FTTH PtoP 1 Faser	Greenfield		1	1	45,7	14,4	9	52%	35%
	3-21						-1,3	-2,7			
C	3	FTTH PtoP 1 Faser	Greenfield		1	1	45,7	14,4	9	52%	35%
	9	FTTH PtoP 4 Faser	Greenfield		4	4	50,3	18,5	7	41%	25%
	9-3						+4,7	+4,2			

Quelle: WIK

Es wird deutlich, dass alle Einfaservarianten preiswerter sind als die Vierfaservarianten, dass die PtoP (an der Schaltzentrale entbündelbare) Einfaservariante preiswerter ist als die aus wettbewerblicher Sicht ähnlich zu bewertende PtoMP Vierfaservariante (Vergleich B) und dass im Vergleich C eine (an der Schaltzentrale entbündelbare) PtoP Einfaservariante deutlich günstiger ist als eine dort mehrfach nutzbare PtoP Vierfaservariante.

30. Wir schätzen den ergänzenden Nutzen eines zweiten unabhängigen und parallelen Glasfaseranschlusses für die Kunden, der aus den Mehrfaserlösungen theoretisch entstehen kann, für gering ein, weil er nur wenig nachgefragt wird und diese Nachfrage ggf. aus den Faserreserven des Netzes befriedigt werden könnte. Der Vierfaserausbau schneidet damit aufgrund der hohen Kosten und der geringen Wahrscheinlichkeit der Nutzung schlechter ab.

31. Es ergibt sich somit eine schlüssige wirtschaftliche Indikation für eine Einfaser PtoP Variante als zukunftsfähige FTTH Infrastruktur, die dem Begehren der Endkunden nach Auswahlmöglichkeiten und wettbewerblicher Entwicklung des Marktes in der Schweiz durch eine regulatorisch kontrollierte Entbündelung nachkommen kann.

Anhang 1 FAQ zum Szenarien-Vergleich

Nachfolgend sind zu ausgewählten Szenarien auf den ersten Blick auftretende „Unplausibilitäten“ in den Modellergebnissen insbesondere im Vergleich miteinander in Form einer FAQ-Liste aufgeworfen und erläuternd begründet. Hierbei steht „OB“ für „Ohne Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus“ und „MB“ entsprechend für „Mit Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus“.

Szenario 1:

(FTTH PtoP 1 Faser, adressierbarer Markt V2, Ausbaugesbiet FTTB, FTTS, FTTC, COAX, Greenfield)

Frage: Warum ist der Subventionsbedarf bei MB geringer als bei OB? Wenn geringere Quersubvention, dann eigentlich Subventionen höher oder zumindest gleich erwartet? Oder wurden auch unprofitable Gebiete mit FTTH ausgebaut?

Antwort: In den unprofitablen Clustern 8 bis 16 sind immerhin durchschnittlich 23% bereits mit FTTH versorgt. Im Cluster 16 immer noch fast 6%. Diese bereits mit FTTH versorgten Anschlüsse fallen daher auch beim Subventionsbedarf heraus.

Szenario 3:

(FTTH PtoP 1 Faser, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTS, FTTC, Greenfield)

Frage: Voll Greenfield-Ausbau mit FTTH (OB) braucht mehr Investitionen als in Szenario 1 (OB), d.h. die in Szenario 3 entfallenden Ausbauten in FTTS und DOCSIS führen zu Mehrkosten von ca. 1 Mrd CHF?

Antwort: Nein, der adressierbare Markt ist höher. In Szenario 3 wird außerdem kein DOCSIS überbaut, nur FTTS und FTTC. Bei OB spielt aber der vorhandene Ausbau mit FTTS und DOCSIS keine Rolle. Die Mehrkosten kommen ausschließlich aus dem veränderten (höheren) Marktanteilen bei OB.

Frage: Der Subventionsbedarf bei MB ist geringer – Wenn geringere Quersubvention, dann eigentlich Subventionen höher oder zumindest gleich erwartet? Oder wurden auch unprofitable Gebiete FTTH ausgebaut?

Antwort: In den unprofitablen Clustern 9 bis 16 sind immerhin durchschnittlich 21% bereits mit FTTH versorgt und 39% mit DOCSIS. Im Cluster 16 immer noch fast 6% FTTH und 19% DOCSIS. Diese bereits mit FTTH oder DOCSIS versorgten Anschlüsse fallen daher auch beim Subventionsbedarf heraus.

Szenario 4:

(FTTH PtoP 1 Faser, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTS, FTTC, Brownfield)

Frage: Ist der Ertrag bei MB geringer? Eventuell weil weniger sehr profitable Gebiete ausgebaut werden?

Antwort: Ja, der Ertrag in den sehr profitablen Clustern 1 bis 7 fällt weg, da dort bereits zu durchschnittlich 70% FTTH und 21% DOCSIS ausgebaut ist.

Frage: Der Subventionsbedarf ist bei MB leicht geringer – das ginge nur, wenn zuvor auch unprofitable Gebiete FTTH ausgebaut worden sind?

Antwort: Ja, die unprofitablen Cluster 15 und 16 sind bereits zu durchschnittlich 9% mit FTTH und 24% mit DOCSIS ausgebaut.

Szenario 5:

(FTTH PtoP 1 Faser, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTC, Greenfield)

Frage: Der Subventionsbedarf bei MB ist deutlich geringer – weil die überwiegend für FTTH defizitären FTTC Gebiete nicht ausgebaut werden?

Antwort: In den unprofitablen Clustern 9 bis 16 sind immerhin durchschnittlich 21% bereits mit FTTH versorgt, 39% mit DOCSIS und 20% mit FTTS. Im Cluster 16 immer noch fast 6% FTTH, 19% DOCSIS und 31% FTTS (FTTS in den Clustern 11 bis 16 über 15%, noch höher in den hohen Clustern).

Szenario 7:

(FTTS 1 Faser, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTC, Greenfield)

Frage: Der Subventionsbedarf bei MB ist deutlich geringer – das wäre erklärbar, wenn der ergänzend zum Bestand FTTS – FTTH erfolgende FTTS Ausbau, im Wesentlichen der Überbau FTTC, weniger defizitär erfolgen kann als der Vollausbau FTTS (OB), d.h. es wird bei OB mehr Defizit erzeugt als bei MB?.

Antwort: Subventionsbedarfe fallen nur für die Cluster 15 und 16 an. Dort sind durchschnittlich 36% mit FTTC ausgebaut, was überbaut wird, aber auch schon durchschnittlich 29% bereits mit FTTS versorgt. Viele FTTS Anschlüsse in defizitären Clustern müssen nicht gebaut werden, da schon vorhanden.

Szenario 9:

(FTTH PtoP 4 Faser, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTS, FTTC, Greenfield)

Frage: Der Subventionsbedarf bei MB ist deutlich geringer – das wäre erklärbar, wenn der ergänzend zum Bestand DOCSIS – FTTH erfolgende FTTH Ausbau, im Wesentlichen der Überbau FTTS und FTTC, weniger defizitär erfolgen kann als der Vollausbau FTTS (OB), d.h. es wird bei OB mehr Defizit erzeugt als bei MB?

Antwort: Subventionen fallen nur für die Cluster 9 bis 16 an. Dort sind durchschnittlich 18% mit FTTC und 18% mit FTTS ausgebaut, was überbaut wird, aber auch schon durchschnittlich 39% bereits mit DOCSIS und 21% mit FTTH versorgt. Viele defizitäre FTTH-Anschlüsse müssen nicht gebaut werden, da schon als FTTH oder DOCSIS vorhanden.

Szenario 10:

(FTTH PtoP 4 Faser, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTS, FTTC, Brownfield)

Frage: Der Subventionsbedarf bei MB ist deutlich höher – das wäre erklärbar, wenn die Einspareffekte von Brownfield dies ermöglichen und/oder der ergänzend zum Bestand DOCSIS – FTTH erfolgende FTTH Ausbau, im Wesentlichen der Überbau FTTC, bei MB weniger defizitär erfolgen kann als der Vollausbau FTTH (OB), d.h. es wird bei OB mehr Defizit erzeugt als bei MB?

Antwort: Die Subventionen fallen nur für die Cluster 9 und 16 an. Dort sind durchschnittlich 18% mit FTTC und 20% mit FTTS ausgebaut, was überbaut wird, aber auch schon durchschnittlich 39% bereits mit DOCSIS und 21% mit FTTH versorgt. Viele defizitäre FTTH-Anschlüsse müssen nicht gebaut werden, da schon als FTTH oder DOCSIS vorhanden.

Szenario 11:

(FTTH PtoP 4 Faser, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTC, Greenfield)

Frage: Die Subventionen bei MB sind deutlich geringer – das wäre erklärbar, wenn die Einspareffekte von Brownfield dies ermöglichen und/oder der ergänzend zum Bestand DOCSIS – FTTH erfolgende FTTH Ausbau, im Wesentlichen der Überbau FTTS und FTTC, weniger defizitär erfolgen kann als der Vollausbau FTTH (OB), d.h. es wird bei OB mehr Defizit erzeugt als bei MB?

Antwort: Subventionen fallen nur für die Cluster 9 und 16 an. Dort sind durchschnittlich 18% mit FTTC ausgebaut, was überbaut wird, aber auch schon durchschnittlich 20% mit FTTS, 39% mit DOCSIS und 21% mit FTTH versorgt. Der Verlust reduziert sich von 97 Mio. (OB) auf 27 Mio (MB), weil viele defizitäre FTTH nicht gebaut werden müssen, da schon als FTTH, DOCSIS oder FTTS vorhanden.

Szenario 20:

(FTTH PtoMP 4 Faser PON, Splitting Faktor 1:16, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTS, FTTC, Brownfield)

Frage: Der Ausbau FTTH (OB) ist geringfügig teurer als Ausbau FTTH (OB) in Szenario 10 (4 Fasern PtoP)). Warum ergibt sich kein PtoMP Effekt?

Antwort: Bei FTTH PtoMP mit Splitting-Faktor 1:16 und 1:32 liegt die Struktur von FTTS zugrunde, während bei 1:64 die FTTH PtoP Struktur unterstellt wird, was die Grabenlängen in Drop und Feeder angeht. Daher ist Szenario 20 nur schlecht mit Szenario 10 vergleichbar.

Frage: Der Ausbau FTTH (MB) ist teurer als Ausbau FTTH (MB) in Szenario 10. Warum ergibt sich kein PtoMP Effekt?

Antwort: Bei FTTH PtoMP mit Splitting-Faktor 1:16 und 1:32 liegt die Struktur von FTTS zugrunde, während bei 1:64 die FTTH PtoP Struktur unterstellt wird, was die Grabenlängen in Drop und Feeder angeht. Daher ist Szenario 20 nur schlecht mit Szenario 10 vergleichbar.

Szenario 23:

(FTTH PtoMP 4 Faser PON, Splitting Faktor 1:64, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTC, Greenfield)

Frage: Der Ausbau FTTH (MB) ist deutlich billiger als Ausbau FTTH (OB) in Szenario 9. Ist das der PtoMP Effekt?

Antwort: Bei FTTH PtoMP mit Splitting-Faktor 1:16 und 1:32 liegt die Struktur von FTTS zugrunde, während bei 1:64 die FTTH PtoP Struktur unterstellt wird, was die Grabenlängen in Drop und Feeder angeht. Daher ist Szenario 23 nur schlecht mit Szenario 19 vergleichbar.

Frage: Der Ausbau ist deutlich billiger als Szenario 19. Ist das der „kein Splitter am Verzweiger Effekt“?

Antwort: Im 4-Faser Fall rechnet das Modell im Distribution Point noch Kollokations-Equipment mit einer Lifetime von 20 Jahren hinzu, bei 1:64 deutlich weniger als bei 1:16. Das führt zu einem höheren Invest im 4-Faser Fall verglichen mit dem 1-Faser Fall, der sich aber bei 1:64 geringer auswirkt.

Szenario 28:

(FTTH PtoP 1 Faser PON, Splitting Faktor 1:32, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTS, FTTC, Brownfield)

Frage: Der Ausbau FTTH (MB) ist geringfügig teurer als Ausbau FTTH (OB und MB) in Szenario 4. Gibt es da keinen PtoMP Effekt, was überwiegt da?

Antwort: Der Invest pro Anschluss ist in den profitablen Clustern in der PtoP PON Variante billiger, bei den unprofitablen Clustern ist der Invest pro Anschluss bei der PtoP PON Varianten teurer. Aber gerade dort wird ja am meisten FTTC und FTTS mit PtoP PON überbaut. Fazit: PtoP PON eignet sich besonders für dichter bebaute Gebiete.

Szenario 30:

(FTTH PtoP 1 Faser PON, Splitting Faktor 1:64, adressierbarer Markt V1, Ausbaugesbiet FTTC, Brownfield)

Frage: Der Ausbau FTTH (OB) ist geringfügig billiger als Ausbau FTTH (OB) in Szenario 6. Es braucht doch zusätzliche Splitter etc.?

Antwort: Die CPE sind bei PON-Technologien teurer, Splitter werden zusätzlich benötigt bei PON, die netzseitigen ODF fallen bei PON weg, dafür aber OLT mit etwas höherem Invest, deutlich weniger Ethernet Ports bei PON, aber leicht höherer Flächenbedarf in der Schaltzentrale bei PON.

Allgemein

Frage: Weshalb sind die Investitionen in Szenario 20 (PtoMP 4 Fs Brownfield) höher als in Szenario 10 (PtoP 4 Fs Brownfield)? Da in der gleichen Konstellation im Greenfield-Approach PtoMP günstiger ist als PtoP (Szenario 9 (PtoP 4Fs Greenfield) vs. Szenario 19 (PtoMP 4Fs Greenfield)) und PtoMP im Feeder eine höhere Wiederverwendungsquote bestehender Infrastruktur hat, könnten in Szenario 20 höhere Investitionen als in Szenario 10 erwartet werden.

Antwort: Die Investitionen in Drop und Feeder sind jeweils bei Szenario 20 geringer als in Szenario 10. Allerdings sind die Investitionen für den Distribution Point, den OLT und den Floorspace im MPoP beim PtoMP Szenario höher als im PtoP Szenario. Daher ist das Szenario 20 dann in der Summe teurer. Die Investitionen für Distribution Point, OLT und Floorspace fallen bei den entsprechenden Greenfield-Szenarien (19 vs. 9) nicht so ins Gewicht, weil hier die Investitionen für Drop und Feeder deutlich höher liegen.

Frage: Welche Elemente sind für den Investitionsunterschied von rund 400 Mio. (12.8 vs. 13.2 Mio. CHF) zwischen den Szenarien 4 (PtoP 1 Fs Brownfield Ethernet) und 26 (PtoP 1 Fs Brownfield, XGS.PON) verantwortlich? Wieviel betragen die Investitionsunterschiede von PtoP zu PtoMP auf der Ebene der einzelnen Komponenten?

Antwort: Die Investitionsunterschiede stammen aus den folgenden Komponenten (Delta Szenario 26 zu Szenario 4):

CPE	+293 Mio. CHF
Distribution Point	- 92 Mio. CHF
ODF	-194 Mio. CHF
OLT	+656 Mio. CHF
Ethernet Ports	-968 Mio. CHF
Floorspace	+499 Mio. CHF
Summe	+378 Mio. CHF

Frage: Wie stellen sich für die Szenarien 3, 4, 9, 10, 19, 20, 23, 24 und 26 die Investitionen auf die folgenden Elemente aufgeteilt dar?

- Inhouse cabling
- Drop cable segment
- Distribution point
 - Shared
 - not shared
- Feeder cable segment
- Backhaul cable segment
- MPOP

Antwort: Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass in den Szenarien 19, 20 und 26 die Netztopologie von FTTS verwendet wurde, was zu einer unterschiedlichen Struktur von Feeder und Drop als im PtoP Fall führt (siehe oben FAQ zu Szenario 20).

Szenario	Rechnung	Architektur	Invest in Inhouse cabling [Mio. CHF]	Invest in Drop cable segment [Mio. CHF]	Invest in Distribution point (shared) [Mio. CHF]	Invest in Distribution point (not shared) [Mio. CHF]	Invest in Feeder cable segment [Mio. CHF]	Invest in Backhaul cable segment [Mio. CHF]	Total MPOP Invest [Mio. CHF]
3	C	PtoP Ethernet 1 Faser Greenfield	3.189	29.622	537	0	9.470	481	1.683
4	D	PtoP Ethernet 1 Faser Brownfield	3.189	4.536	537	0	1.708	481	1.683
9	G	PtoP Ethernet 4 Faser Greenfield	3.554	32.849	537	0	9.781	714	2.216
10	H	PtoP Ethernet 4 Faser Brownfield	3.554	8.474	537	0	2.497	714	2.216
19	O	PtoMP PON 1:16 4 Faser Greenfield	3.554	26.075	1.465	110	11.359	457	4.199
20	P	PtoMP PON 1:16 4 Faser Brownfield	3.554	6.736	1.465	110	2.124	457	4.199
23	S	PtoMP PON 1:64 4 Faser Greenfield	3.554	32.837	537	42	9.325	444	1.719
24	T	PtoMP PON 1:64 4 Faser Brownfield	3.554	8.471	537	42	1.742	444	1.719
26	V	PtoP PON 1:16 1 Faser Brownfield	3.189	4.536	537	92	1.708	481	1.676

Anhang 2 Vergleich der Modellergebnisse 2009, 2017 und 2022

Für das Szenario eines FTTH PtoP Einfasermodells waren in der Modellberechnung 2009 21,4 Mrd. CHF Investitionen für einen flächendeckenden Glasfaserausbau erforderlich, für das Szenario eines Vierfasermodells sogar 23,8 Mrd. CHF (+11%). Zum Ausgleich der Wirtschaftlichkeitslücke in den nicht profitabel ausbaubaren Clustern, wäre ein (einmaliger) Investitionskostenzuschuss in Höhe von 7,3 Mrd. CHF erforderlich gewesen.

In der Studie 2017 waren in der Modellberechnung 33,1 Mrd. CHF Investitionen für einen flächendeckenden Glasfaserausbau erforderlich. Zum Ausgleich der Wirtschaftlichkeitslücke in den nicht profitabel ausbaubaren Clustern wäre ein (einmaliger) Investitionskostenzuschuss in Höhe von 7,6 Mrd. CHF erforderlich gewesen.

In dem im Rahmen dieser Studie modellierten Szenario 1 sind nun 44,6 Mrd CHF Investitionen für einen flächendeckenden Glasfaserausbau erforderlich. Zum Ausgleich der Wirtschaftlichkeitslücke in den nicht profitabel ausbaubaren Clustern wäre ein (einmaliger) Investitionskostenzuschuss in Höhe von 20,2 Mrd. CHF erforderlich.

An der grundlegenden Logik des Modells wurde in Bezug auf die hier verglichenen Szenarien, FTTH PtoP eines flächendeckenden Glasfaserausbaus, keine Änderungen vorgenommen. Die Unterschiede resultieren aus der sich mit der Zeit veränderten Parametrisierung. Auf der einen Seite ist die Anzahl der betrachteten Anschlüsse jeweils signifikant angestiegen. So stieg die Anzahl der potenziellen Anschlüsse zum Jahr 2017 um etwa 15% und zum Jahr 2022 um weitere 22%. Auf der anderen Seite wurde eine Vielzahl der Preisparameter in 2022 im Nachgang zur Marktbefragung angepasst.

Anhang 3 Detailergebnisse

Die erste Spalte der Tabellen weist das jeweilige Cluster von 1 bis 16 aus. Die Spalte „Anschlüsse“ zeigt die im jeweiligen Cluster vorhandenen Anschlüsse, also Haushalte, Unternehmen und sonstige Gebäude. In der Spalte „Market Share“ wird der jeweils zugrunde gelegte adressierbare Markt ausgewiesen. In der Spalte „Subscriber“ sind die gemäß angenommenen Market Share bestimmten Anzahlen an Anschlüssen dargestellt, welche auch tatsächlich kontrahiert werden, d.h. die Anzahl aktiver und zahlender Kunden. Die Spalte „Invest“ weist den modellierten Gesamtinvest in Mrd. CHF über alle 16 Cluster aus. Die Spalten „Invest/Anschluss“ und „Invest/Subscriber“ stellen jeweils die Gesamtinvestition ins Verhältnis zu den Anschlüssen bzw. den Subscribern. Bei den Szenarien mit Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus sind diese Werte jeweils identisch mit denen in den jeweiligen Szenarien ohne Berücksichtigung des vorhandenen Ausbaus, weil sich die Investitionen proportional zu den Anschlüssen bzw. Subscribern verhalten. Also in dem Maße, wie weniger Anschlüsse hergestellt werden müssen, da bereits vorhanden, sinken auch die hierfür benötigten Investitionen. Die Spalte „OPEX“ weist separat die Betriebskosten aus, welche über Zuschlagsätze bestimmt werden. In den Betriebskosten sind nicht die Mietkosten für Leerrohrinfrastrukturen enthalten. Diese finden sich in den Gesamtkosten. Die Spalte „Kosten“ weist die anfallenden Kosten pro Monat in Mio. CHF aus. Diese beinhalten sowohl CAPEX für direkte und indirekte Investitionen, OPEX als auch Gemeinkosten für das gesamte Netz aus. Darin enthalten sind bei den brownfield Szenarien zusätzlich die Kosten für die Miete der Leerrohrkapazitäten. Die Spalte „ARPU“ weist den einheitlichen monatlichen Betrag aus, welcher durch aktive Kunden des Netzes zu entrichten ist. Die Spalte „Profit|Loss“ zeigt den Gewinn oder Verlust im jeweiligen Cluster. Die Spalte „Crit. Market Share“ zeigt auf, welcher adressierbarer Markt mindestens notwendig ist um das jeweilige Cluster profitabel zu betreiben ist. Die Spalte „Subsidy“ weist die notwendigen Subventionen in den unprofitablen Clustern aus, welche notwendig werden, da die Erlöse nicht zur Deckung der Kosten ausreichend sind. Der Subventionsbedarf wird als Einmalzahlung angenommen.

A 3.1 Detailergebnisse Szenario 1 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau¹²

FTTH PtoP 1 Faser

FTTH Ethernet

Greenfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	81%	122.174	3%	359.581.497	2.943	2.384	1.642.314	46,67	5.701.539	76,00	3.583.679	29,33	25%	0
2	370.408	8%	78%	288.918	11%	1.095.974.656	3.793	2.959	3.820.723	50,45	14.575.158	76,00	7.382.628	25,55	31%	0
3	349.118	14%	76%	265.330	18%	1.227.703.336	4.627	3.517	3.765.012	55,55	14.740.121	76,00	5.424.935	20,45	40%	0
4	409.333	20%	70%	286.533	26%	1.597.543.349	5.575	3.903	4.275.052	60,90	17.448.501	76,00	4.328.015	15,10	46%	0
5	406.313	27%	64%	260.040	33%	1.872.643.899	7.201	4.609	4.293.156	70,30	18.281.045	76,00	1.482.020	5,70	56%	0
6	406.382	33%	62%	251.957	39%	1.887.014.395	7.489	4.643	4.272.181	72,28	18.211.089	76,00	937.631	3,72	57%	0
7	459.634	41%	60%	275.780	47%	2.430.555.015	8.813	5.288	5.015.336	79,87	22.026.534	76,00	-1.067.223	-3,87	66%	199.524.759
8	399.771	47%	56%	223.872	53%	2.237.147.214	9.993	5.596	4.394.286	87,21	19.523.903	76,00	-2.509.649	-11,21	71%	464.622.582
9	276.649	52%	55%	152.157	57%	1.649.353.681	10.840	5.962	3.160.466	92,60	14.090.480	76,00	-2.526.551	-16,60	76%	454.172.767
10	439.550	59%	57%	250.544	64%	2.862.791.403	11.426	6.513	5.342.392	96,06	24.066.672	76,00	-5.025.366	-20,06	84%	917.018.577
11	367.943	64%	54%	198.689	69%	2.611.199.466	13.142	7.097	4.610.397	106,40	21.139.962	76,00	-6.039.581	-30,40	92%	1.098.341.410
12	514.441	73%	51%	262.365	76%	3.770.867.408	14.373	7.330	6.535.665	114,53	30.049.477	76,00	-10.109.744	-38,53	96%	1.869.643.003
13	516.006	81%	49%	252.843	83%	4.363.900.997	17.259	8.457	6.963.626	130,87	33.088.347	76,00	-13.872.283	-54,87	110%	2.590.608.371
14	545.244	90%	51%	278.074	90%	5.958.518.583	21.428	10.928	8.807.312	155,26	43.174.789	76,00	-22.041.132	-79,26	143%	4.132.051.104
15	391.625	96%	54%	211.478	96%	5.394.923.615	25.511	13.776	7.350.742	176,91	37.412.885	76,00	-21.340.595	-100,91	177%	4.028.088.630
16	257.033	100%	60%	154.220	100%	5.304.534.665	34.396	20.638	6.621.249	228,34	35.214.859	76,00	-23.494.154	-152,34	266%	4.471.599.490
Σ Ø	6.260.282			3.734.974		44.624.253.183	11.948	7.128	80.869.910	98,73	368.745.359		-84.887.371	-22,73		20.225.670.695

¹² Quelle: WIK.

A 3.2 Detailergebnisse Szenario 1 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser				FTTH Ethernet		Greenfield			Überbauen: FTTC FTTS COAX FTTB							
Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	10.321	0%	81%	8.360	0%	24.605.128	2.943	2.384	112.379	46,67	390.140	76,00	245.221	29,33	25%	0
2	47.643	2%	78%	37.162	2%	140.967.583	3.793	2.959	491.433	50,45	1.874.701	76,00	949.576	25,55	31%	0
3	59.256	3%	76%	45.035	4%	208.378.797	4.627	3.517	639.038	55,55	2.501.849	76,00	920.777	20,45	40%	0
4	121.265	6%	70%	84.886	8%	473.272.602	5.575	3.903	1.266.485	60,90	5.169.123	76,00	1.282.175	15,10	46%	0
5	179.243	11%	64%	114.716	14%	826.107.731	7.201	4.609	1.893.905	70,30	8.064.594	76,00	653.786	5,70	56%	0
6	191.510	16%	62%	118.736	20%	889.267.061	7.489	4.643	2.013.291	72,28	8.582.087	76,00	441.864	3,72	57%	0
7	245.816	23%	60%	147.490	27%	1.299.880.582	8.813	5.288	2.682.243	79,87	11.779.969	76,00	-570.760	-3,87	66%	106.707.463
8	258.565	30%	56%	144.796	34%	1.446.948.302	9.993	5.596	2.842.149	87,21	12.627.724	76,00	-1.623.198	-11,21	71%	300.509.886
9	179.411	35%	55%	98.676	38%	1.069.630.446	10.840	5.962	2.049.609	92,60	9.137.886	76,00	-1.638.506	-16,60	76%	294.537.809
10	275.879	42%	57%	157.251	46%	1.796.801.341	11.426	6.513	3.353.097	96,06	15.105.197	76,00	-3.154.119	-20,06	84%	575.557.202
11	267.011	49%	54%	144.186	53%	1.894.910.301	13.142	7.097	3.345.700	106,40	15.340.969	76,00	-4.382.838	-30,40	92%	797.050.734
12	392.449	60%	51%	200.149	63%	2.876.662.520	14.373	7.330	4.985.830	114,53	22.923.692	76,00	-7.712.369	-38,53	96%	1.426.285.088
13	442.917	72%	49%	217.029	73%	3.745.781.906	17.259	8.457	5.977.273	130,87	28.401.591	76,00	-11.907.362	-54,87	110%	2.223.665.012
14	455.557	84%	51%	232.334	84%	4.978.403.889	21.428	10.928	7.358.600	155,26	36.072.983	76,00	-18.415.594	-79,26	143%	3.452.371.424
15	343.939	93%	54%	185.727	93%	4.738.013.746	25.511	13.776	6.455.683	176,91	32.857.326	76,00	-18.742.069	-100,91	177%	3.537.610.662
16	242.159	100%	60%	145.295	100%	4.997.571.557	34.396	20.638	6.238.091	228,34	33.177.043	76,00	-22.134.593	-152,34	266%	4.212.836.721
Σ Ø	3.712.941			2.081.827		31.407.203.493	15.086	8.459	51.704.804	98,73	244.006.875		-85.788.008	-22,73		16.927.132.002

A 3.3 Detailergebnisse Szenario 2 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser

FTTH Ethernet

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	81%	122.174	3%	192.729.221	1.577	1.278	1.503.908	41,10	5.021.686	76,00	4.263.532	34,90	15%	0
2	370.408	8%	78%	288.918	11%	499.010.722	1.727	1.347	3.351.512	42,23	12.200.249	76,00	9.757.538	33,77	16%	0
3	349.118	14%	76%	265.330	18%	491.737.292	1.853	1.409	3.267.940	45,23	11.999.553	76,00	8.165.503	30,77	21%	0
4	409.333	20%	70%	286.533	26%	573.920.584	2.003	1.402	3.611.260	47,80	13.696.228	76,00	8.080.288	28,20	24%	0
5	406.313	27%	64%	260.040	33%	576.649.244	2.218	1.419	3.484.826	52,32	13.605.620	76,00	6.157.444	23,68	29%	0
6	406.382	33%	62%	251.957	39%	571.392.311	2.268	1.406	3.464.548	53,56	13.494.809	76,00	5.653.911	22,44	30%	0
7	459.634	41%	60%	275.780	47%	680.486.391	2.467	1.480	3.971.265	57,38	15.822.912	76,00	5.136.398	18,62	35%	0
8	399.771	47%	56%	223.872	53%	592.500.970	2.647	1.482	3.436.052	61,42	13.749.890	76,00	3.264.363	14,58	38%	0
9	276.649	52%	55%	152.157	57%	423.620.791	2.784	1.531	2.464.180	64,60	9.829.830	76,00	1.734.098	11,40	41%	0
10	439.550	59%	57%	250.544	64%	720.425.651	2.875	1.639	4.164.693	66,70	16.712.300	76,00	2.329.006	9,30	45%	0
11	367.943	64%	54%	198.689	69%	625.227.804	3.147	1.699	3.515.952	72,04	14.314.243	76,00	786.138	3,96	50%	0
12	514.441	73%	51%	262.365	76%	897.110.386	3.419	1.744	4.963.105	76,95	20.188.894	76,00	-249.161	-0,95	53%	35.941.647
13	516.006	81%	49%	252.843	83%	989.935.820	3.915	1.918	5.142.131	85,34	21.577.533	76,00	-2.361.469	-9,34	60%	282.542.738
14	545.244	90%	51%	278.074	90%	1.335.515.708	4.803	2.449	6.421.717	99,43	27.648.831	76,00	-6.515.173	-23,43	78%	778.365.354
15	391.625	96%	54%	211.478	96%	1.227.953.121	5.807	3.136	5.308.240	111,92	23.668.716	76,00	-7.596.426	-35,92	98%	909.702.020
16	257.033	100%	60%	154.220	100%	1.377.913.839	8.935	5.361	4.739.432	145,10	22.376.736	76,00	-10.656.031	-69,10	154%	1.359.220.469
Σ Ø	6.260.282			3.734.974		11.776.129.855	3.153	1.881	62.810.759	68,52	255.908.029		27.949.958	7,48		3.365.772.229

A 3.4 Detailergebnisse Szenario 2 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser				FTTH Ethernet		Brownfield			Überbauen: FTTC FTTS COAX FTTB							
Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	10.321	0%	81%	8.360	0%	13.187.906	1.577	1.278	102.908	41,10	343.620	76,00	291.741	34,90	15%	0
2	47.643	2%	78%	37.162	2%	64.184.272	1.727	1.347	431.082	42,23	1.569.233	76,00	1.255.044	33,77	16%	0
3	59.256	3%	76%	45.035	4%	83.462.855	1.853	1.409	554.669	45,23	2.036.691	76,00	1.385.936	30,77	21%	0
4	121.265	6%	70%	84.886	8%	170.024.111	2.003	1.402	1.069.837	47,80	4.057.511	76,00	2.393.787	28,20	24%	0
5	179.243	11%	64%	114.716	14%	254.386.004	2.218	1.419	1.537.314	52,32	6.002.053	76,00	2.716.326	23,68	29%	0
6	191.510	16%	62%	118.736	20%	269.272.117	2.268	1.406	1.632.689	53,56	6.359.511	76,00	2.664.440	22,44	30%	0
7	245.816	23%	60%	147.490	27%	363.929.654	2.467	1.480	2.123.865	57,38	8.462.222	76,00	2.746.987	18,62	35%	0
8	258.565	30%	56%	144.796	34%	383.219.426	2.647	1.482	2.222.379	61,42	8.893.192	76,00	2.111.334	14,58	38%	0
9	179.411	35%	55%	98.676	38%	274.724.397	2.784	1.531	1.598.058	64,60	6.374.792	76,00	1.124.588	11,40	41%	0
10	275.879	42%	57%	157.251	46%	452.167.690	2.875	1.639	2.613.926	66,70	10.489.302	76,00	1.461.777	9,30	45%	0
11	267.011	49%	54%	144.186	53%	453.718.921	3.147	1.699	2.551.476	72,04	10.387.643	76,00	570.489	3,96	50%	0
12	392.449	60%	51%	200.149	63%	684.374.056	3.419	1.744	3.786.179	76,95	15.401.399	76,00	-190.076	-0,95	53%	27.418.623
13	442.917	72%	49%	217.029	73%	849.717.646	3.915	1.918	4.413.780	85,34	18.521.211	76,00	-2.026.982	-9,34	60%	242.522.339
14	455.557	84%	51%	232.334	84%	1.115.837.184	4.803	2.449	5.365.411	99,43	23.100.884	76,00	-5.443.495	-23,43	78%	650.332.302
15	343.939	93%	54%	185.727	93%	1.078.432.093	5.807	3.136	4.661.885	111,92	20.786.708	76,00	-6.671.452	-35,92	98%	798.932.661
16	242.159	100%	60%	145.295	100%	1.298.176.644	8.935	5.361	4.465.170	145,10	21.081.837	76,00	-10.039.387	-69,10	154%	1.280.565.023
Σ Ø	3.712.941			2.081.827		7.808.814.978	3.751	2.103	39.130.628	68,52	163.867.809		-5.648.942	7,48		2.999.770.947

A 3.5 Detailergebnisse Szenario 3 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser

FTTH Ethernet

Greenfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	363.214.216	2.901	2.408	1.672.265	46,35	5.803.025	76,00	3.711.457	29,65	25%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.113.816.864	3.667	3.007	3.967.829	49,63	15.073.610	76,00	8.010.217	26,37	31%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.252.928.369	4.377	3.589	3.972.989	53,95	15.444.824	76,00	6.312.209	22,05	40%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.645.763.615	5.026	4.021	4.680.537	57,46	18.817.245	76,00	6.070.201	18,54	46%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.942.843.468	6.053	4.782	4.895.513	63,26	20.306.601	76,00	4.088.432	12,74	56%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.960.202.694	6.184	4.824	4.913.330	64,23	20.358.806	76,00	3.731.519	11,77	57%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.521.512.208	7.033	5.486	5.829.269	69,01	24.742.472	76,00	2.504.631	6,99	66%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.327.243.174	7.560	5.821	5.218.296	72,32	22.262.720	76,00	1.131.879	3,68	71%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.713.075.743	8.042	6.192	3.756.469	75,41	16.063.649	76,00	125.850	0,59	76%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	2.948.040.746	8.825	6.707	6.158.319	80,10	26.757.200	76,00	-1.368.792	-4,10	84%	270.107.200
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.691.707.119	9.626	7.316	5.399.409	84,86	23.731.302	76,00	-2.478.915	-8,86	92%	459.525.575
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	3.880.463.570	10.333	7.543	7.636.258	89,60	33.649.520	76,00	-5.108.333	-13,60	96%	922.930.494
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.470.854.428	12.203	8.664	8.064.991	100,11	36.676.211	76,00	-8.832.527	-24,11	110%	1.608.914.581
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.050.984.289	16.084	11.098	9.759.488	123,00	46.276.648	76,00	-17.684.052	-47,00	143%	3.257.641.832
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.446.579.016	20.452	13.908	7.882.669	147,00	39.145.719	76,00	-18.906.539	-71,00	177%	3.526.269.013
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.323.907.633	30.460	20.713	6.820.745	205,20	35.864.745	76,00	-22.581.280	-129,20	266%	4.310.857.560
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		45.653.137.151	9.646	7.293	90.628.377	84,72	400.974.296		-41.274.041	-8,72		14.356.246.256

A 3.6 Detailergebnisse Szenario 3 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser			FTTH Ethernet			Greenfield			Überbauen: FTTC FTTS						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	4.987.116	2.901	2.408	22.961	46,35	79.678	76,00	50.960	29,65	25%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	46.109.338	3.667	3.007	164.259	49,63	624.011	76,00	331.604	26,37	31%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	58.103.307	4.377	3.589	184.243	53,95	716.238	76,00	292.722	22,05	40%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	119.532.391	5.026	4.021	339.949	57,46	1.366.703	76,00	440.881	18,54	46%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	195.062.320	6.053	4.782	491.512	63,26	2.038.791	76,00	410.480	12,74	56%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	232.871.204	6.184	4.824	583.701	64,23	2.418.617	76,00	443.303	11,77	57%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	371.506.039	7.033	5.486	858.853	69,01	3.645.423	76,00	369.019	6,99	66%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	408.181.958	7.560	5.821	915.252	72,32	3.904.723	76,00	198.524	3,68	71%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	323.649.570	8.042	6.192	709.706	75,41	3.034.888	76,00	23.777	0,59	76%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	599.889.907	8.825	6.707	1.253.142	80,10	5.444.760	76,00	-278.532	-4,10	84%	54.963.482
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	653.374.131	9.626	7.316	1.310.631	84,86	5.760.441	76,00	-601.722	-8,86	92%	111.543.385
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	1.162.507.505	10.333	7.543	2.287.667	89,60	10.080.708	76,00	-1.530.352	-13,60	96%	276.491.096
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	1.690.552.499	12.203	8.664	3.049.594	100,11	13.868.280	76,00	-3.339.820	-24,11	110%	608.374.665
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	2.640.166.995	16.084	11.098	4.258.262	123,00	20.191.439	76,00	-7.715.910	-47,00	143%	1.421.375.108
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	3.106.382.370	20.452	13.908	4.495.773	147,00	22.326.229	76,00	-10.783.088	-71,00	177%	2.011.159.641
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	3.952.504.255	30.460	20.713	5.063.766	205,20	26.626.224	76,00	-16.764.491	-129,20	266%	3.200.409.178
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		15.565.380.906	14.138	10.223	25.989.271	84,72	122.127.153		-38.452.646	-8,72		7.684.316.554

A 3.7 Detailergebnisse Szenario 4 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser

FTTH Ethernet

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	196.361.940	1.569	1.302	1.533.859	40,92	5.123.172	76,00	4.391.311	35,08	15%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	516.852.930	1.702	1.395	3.498.619	41,81	12.698.701	76,00	10.385.126	34,19	16%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	516.962.325	1.806	1.481	3.475.917	44,38	12.704.256	76,00	9.052.777	31,62	21%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	622.140.850	1.900	1.520	4.016.745	46,00	15.064.972	76,00	9.822.474	30,00	24%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	646.848.812	2.015	1.592	4.087.184	48,70	15.631.176	76,00	8.763.856	27,30	29%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	644.580.611	2.034	1.586	4.105.697	49,35	15.642.526	76,00	8.447.799	26,65	30%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	771.443.583	2.152	1.678	4.785.198	51,71	18.538.851	76,00	8.708.252	24,29	35%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	682.596.930	2.217	1.707	4.260.061	53,57	16.488.707	76,00	6.905.891	22,43	38%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	487.342.852	2.288	1.762	3.060.184	55,41	11.803.000	76,00	4.386.500	20,59	41%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	805.674.993	2.412	1.833	4.980.620	58,08	19.402.828	76,00	5.985.580	17,92	45%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	705.735.456	2.524	1.918	4.304.963	60,46	16.905.584	76,00	4.346.804	15,54	50%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.006.706.547	2.681	1.957	6.063.698	63,35	23.788.937	76,00	4.752.250	12,65	53%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.096.889.250	2.994	2.126	6.243.496	68,69	25.165.397	76,00	2.678.287	7,31	60%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	1.427.981.414	3.796	2.619	7.373.893	81,74	30.750.689	76,00	-2.158.093	-5,74	78%	252.002.747
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.279.608.521	4.805	3.267	5.840.168	95,39	25.401.550	76,00	-5.162.370	-19,39	98%	610.644.100
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.397.286.807	7.994	5.436	4.938.927	131,74	23.026.622	76,00	-9.743.156	-55,74	154%	1.237.897.578
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		12.805.013.823	2.706	2.045	72.569.227	60,88	288.136.967		71.563.289	15,12		2.100.544.426

A 3.8 Detailergebnisse Szenario 4 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser				FTTH Ethernet		Brownfield		Überbauen: FTTC FTTS							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	2.696.149	1.569	1.302	21.061	40,92	70.344	76,00	60.295	35,08	15%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	21.396.468	1.702	1.395	144.834	41,81	525.696	76,00	429.919	34,19	16%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	23.973.614	1.806	1.481	161.192	44,38	589.147	76,00	419.814	31,62	21%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	45.186.309	1.900	1.520	291.738	46,00	1.094.174	76,00	713.410	30,00	24%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	64.943.899	2.015	1.592	410.355	48,70	1.569.377	76,00	879.895	27,30	29%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	76.575.889	2.034	1.586	487.755	49,35	1.858.325	76,00	1.003.595	26,65	30%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	113.660.346	2.152	1.678	705.025	51,71	2.731.415	76,00	1.283.027	24,29	35%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	119.722.664	2.217	1.707	747.185	53,57	2.892.002	76,00	1.211.244	22,43	38%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	92.073.164	2.288	1.762	578.157	55,41	2.229.928	76,00	828.737	20,59	41%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	163.944.917	2.412	1.833	1.013.495	58,08	3.948.236	76,00	1.217.992	17,92	45%	0
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	171.307.379	2.524	1.918	1.044.969	60,46	4.103.593	76,00	1.055.126	15,54	50%	0
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	301.588.688	2.681	1.957	1.816.560	63,35	7.126.679	76,00	1.423.677	12,65	53%	0
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	414.763.865	2.994	2.126	2.360.837	68,69	9.515.726	76,00	1.012.734	7,31	60%	0
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	623.057.212	3.796	2.619	3.217.379	81,74	13.417.148	76,00	-941.620	-5,74	78%	109.953.902
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	729.807.341	4.805	3.267	3.330.860	95,39	14.487.429	76,00	-2.944.288	-19,39	98%	348.272.569
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	1.037.354.972	7.994	5.436	3.666.692	131,74	17.095.116	76,00	-7.233.384	-55,74	154%	919.023.353
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		4.002.052.875	3.635	2.628	19.998.094	60,88	83.254.335		420.172	15,12		1.377.249.825

A 3.9 Detailergebnisse Szenario 5 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser

FTTH Ethernet

Greenfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	363.214.216	2.901	2.408	1.672.265	46,35	5.803.025	76,00	3.711.457	29,65	25%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.113.816.864	3.667	3.007	3.967.829	49,63	15.073.610	76,00	8.010.217	26,37	31%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.252.928.369	4.377	3.589	3.972.989	53,95	15.444.824	76,00	6.312.209	22,05	40%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.645.763.615	5.026	4.021	4.680.537	57,46	18.817.245	76,00	6.070.201	18,54	46%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.942.843.468	6.053	4.782	4.895.513	63,26	20.306.601	76,00	4.088.432	12,74	56%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.960.202.694	6.184	4.824	4.913.330	64,23	20.358.806	76,00	3.731.519	11,77	57%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.521.512.208	7.033	5.486	5.829.269	69,01	24.742.472	76,00	2.504.631	6,99	66%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.327.243.174	7.560	5.821	5.218.296	72,32	22.262.720	76,00	1.131.879	3,68	71%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.713.075.743	8.042	6.192	3.756.469	75,41	16.063.649	76,00	125.850	0,59	76%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	2.948.040.746	8.825	6.707	6.158.319	80,10	26.757.200	76,00	-1.368.792	-4,10	84%	270.107.200
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.691.707.119	9.626	7.316	5.399.409	84,86	23.731.302	76,00	-2.478.915	-8,86	92%	459.525.575
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	3.880.463.570	10.333	7.543	7.636.258	89,60	33.649.520	76,00	-5.108.333	-13,60	96%	922.930.494
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.470.854.428	12.203	8.664	8.064.991	100,11	36.676.211	76,00	-8.832.527	-24,11	110%	1.608.914.581
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.050.984.289	16.084	11.098	9.759.488	123,00	46.276.648	76,00	-17.684.052	-47,00	143%	3.257.641.832
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.446.579.016	20.452	13.908	7.882.669	147,00	39.145.719	76,00	-18.906.539	-71,00	177%	3.526.269.013
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.323.907.633	30.460	20.713	6.820.745	205,20	35.864.745	76,00	-22.581.280	-129,20	266%	4.310.857.560
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		45.653.137.151	9.646	7.293	90.628.377	84,72	400.974.296		-41.274.041	-8,72		14.356.246.256

A 3.10 Detailergebnisse Szenario 5 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser				FTTH Ethernet		Greenfield		Überbauen: FTTC							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subs. Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	4.645.170	2.901	2.408	21.387	46,35	74.215	76,00	47.466	29,65	25%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	25.174.604	3.667	3.007	89.681	49,63	340.695	76,00	181.048	26,37	31%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	35.328.533	4.377	3.589	112.025	53,95	435.494	76,00	177.984	22,05	40%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	67.385.230	5.026	4.021	191.643	57,46	770.466	76,00	248.542	18,54	46%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	71.782.016	6.053	4.782	180.874	63,26	750.266	76,00	151.055	12,74	56%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	96.263.528	6.184	4.824	241.289	64,23	999.800	76,00	183.251	11,77	57%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	146.095.353	7.033	5.486	337.745	69,01	1.433.568	76,00	145.117	6,99	66%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	151.823.174	7.560	5.821	340.428	72,32	1.452.361	76,00	73.841	3,68	71%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	129.077.148	8.042	6.192	283.043	75,41	1.210.367	76,00	9.483	0,59	76%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	222.368.993	8.825	6.707	464.518	80,10	2.018.280	76,00	-103.247	-4,10	84%	20.374.028
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	214.375.013	9.626	7.316	430.024	84,86	1.890.027	76,00	-197.428	-8,86	92%	36.597.890
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	437.739.336	10.333	7.543	861.415	89,60	3.795.866	76,00	-576.250	-13,60	96%	104.112.041
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	723.871.436	12.203	8.664	1.305.794	100,11	5.938.207	76,00	-1.430.065	-24,11	110%	260.497.703
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	1.276.719.020	16.084	11.098	2.059.190	123,00	9.764.077	76,00	-3.731.222	-47,00	143%	687.341.611
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	1.636.331.049	20.452	13.908	2.368.212	147,00	11.760.658	76,00	-5.680.145	-71,00	177%	1.059.406.916
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	2.283.766.706	30.460	20.713	2.925.856	205,20	15.384.698	76,00	-9.686.564	-129,20	266%	1.849.204.316
Σ Ø	692.425			497.788		7.522.746.310	15.112	10.864	12.213.126	84,72	58.019.045		-20.187.135	-8,72		4.017.534.504

A 3.11 Detailergebnisse Szenario 6 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser

FTTH Ethernet

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	196.361.940	1.569	1.302	1.533.859	40,92	5.123.172	76,00	4.391.311	35,08	15%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	516.852.930	1.702	1.395	3.498.619	41,81	12.698.701	76,00	10.385.126	34,19	16%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	516.962.325	1.806	1.481	3.475.917	44,38	12.704.256	76,00	9.052.777	31,62	21%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	622.140.850	1.900	1.520	4.016.745	46,00	15.064.972	76,00	9.822.474	30,00	24%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	646.848.812	2.015	1.592	4.087.184	48,70	15.631.176	76,00	8.763.856	27,30	29%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	644.580.611	2.034	1.586	4.105.697	49,35	15.642.526	76,00	8.447.799	26,65	30%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	771.443.583	2.152	1.678	4.785.198	51,71	18.538.851	76,00	8.708.252	24,29	35%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	682.596.930	2.217	1.707	4.260.061	53,57	16.488.707	76,00	6.905.891	22,43	38%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	487.342.852	2.288	1.762	3.060.184	55,41	11.803.000	76,00	4.386.500	20,59	41%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	805.674.993	2.412	1.833	4.980.620	58,08	19.402.828	76,00	5.985.580	17,92	45%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	705.735.456	2.524	1.918	4.304.963	60,46	16.905.584	76,00	4.346.804	15,54	50%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.006.706.547	2.681	1.957	6.063.698	63,35	23.788.937	76,00	4.752.250	12,65	53%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.096.889.250	2.994	2.126	6.243.496	68,69	25.165.397	76,00	2.678.287	7,31	60%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	1.427.981.414	3.796	2.619	7.373.893	81,74	30.750.689	76,00	-2.158.093	-5,74	78%	252.002.747
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.279.608.521	4.805	3.267	5.840.168	95,39	25.401.550	76,00	-5.162.370	-19,39	98%	610.644.100
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.397.286.807	7.994	5.436	4.938.927	131,74	23.026.622	76,00	-9.743.156	-55,74	154%	1.237.897.578
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		12.805.013.823	2.706	2.045	72.569.227	60,88	288.136.967		71.563.289	15,12		2.100.544.426

A 3.12 Detailergebnisse Szenario 6 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser				FTTH Ethernet		Brownfield		Überbauen: FTTC							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	2.511.285	1.569	1.302	19.617	40,92	65.521	76,00	56.161	35,08	15%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	11.681.963	1.702	1.395	79.076	41,81	287.017	76,00	234.726	34,19	16%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	14.576.668	1.806	1.481	98.010	44,38	358.219	76,00	255.259	31,62	21%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	25.473.345	1.900	1.520	164.464	46,00	616.830	76,00	402.178	30,00	24%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	23.899.049	2.015	1.592	151.009	48,70	577.523	76,00	323.797	27,30	29%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	31.654.688	2.034	1.586	201.627	49,35	768.188	76,00	414.863	26,65	30%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	44.697.116	2.152	1.678	277.252	51,71	1.074.133	76,00	504.552	24,29	35%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	44.530.814	2.217	1.707	277.915	53,57	1.075.680	76,00	450.522	22,43	38%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	36.720.399	2.288	1.762	230.579	55,41	889.335	76,00	330.515	20,59	41%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	60.771.595	2.412	1.833	375.685	58,08	1.463.544	76,00	451.489	17,92	45%	0
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	56.206.727	2.524	1.918	342.859	60,46	1.346.408	76,00	346.192	15,54	50%	0
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	113.562.477	2.681	1.957	684.021	63,35	2.683.533	76,00	536.082	12,65	53%	0
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	177.596.209	2.994	2.126	1.010.878	68,69	4.074.503	76,00	433.639	7,31	60%	0
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	301.294.954	3.796	2.619	1.555.844	81,74	6.488.199	76,00	-455.344	-5,74	78%	53.170.969
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	384.436.386	4.805	3.267	1.754.578	95,39	7.631.459	76,00	-1.550.945	-19,39	98%	183.457.524
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	599.386.261	7.994	5.436	2.118.624	131,74	9.877.600	76,00	-4.179.467	-55,74	154%	531.013.960
Σ Ø	692.425			497.788		1.928.999.936	3.875	2.786	9.342.038	60,88	39.277.693		-1.445.783	15,12		767.642.454

A 3.13 Detailergebnisse Szenario 7 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTS 1 Faser				FTTS G.fast		Greenfield		OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/ Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]								
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	114.235.849	912	757	1.416.976	39,22	4.909.909	76,00	4.604.574	36,78	19%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	332.378.109	1.094	897	3.153.356	38,70	11.753.744	76,00	11.330.083	37,30	18%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	383.319.158	1.339	1.098	3.112.902	40,73	11.658.820	76,00	10.098.214	35,27	22%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	541.732.325	1.654	1.323	3.681.387	43,17	14.136.730	76,00	10.750.717	32,83	25%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	631.446.108	1.967	1.554	3.783.130	45,73	14.679.341	76,00	9.715.692	30,27	29%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	615.831.848	1.943	1.515	3.636.744	44,52	14.111.038	76,00	9.979.287	31,48	27%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	774.427.345	2.160	1.685	4.225.992	46,15	16.545.096	76,00	10.702.008	29,85	29%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	836.400.784	2.717	2.092	3.996.190	51,28	15.786.615	76,00	7.607.984	24,72	37%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	615.105.149	2.888	2.223	2.889.707	53,24	11.340.366	76,00	4.849.134	22,76	41%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	1.079.058.179	3.230	2.455	4.709.451	56,03	18.716.613	76,00	6.671.795	19,97	45%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	874.624.915	3.128	2.377	3.912.338	55,15	15.422.051	76,00	5.830.336	20,85	43%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.367.588.466	3.642	2.658	5.747.202	60,58	22.748.855	76,00	5.792.332	15,42	50%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.390.213.485	3.795	2.694	5.569.908	60,82	22.282.591	76,00	5.561.093	15,18	49%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	2.079.146.582	5.526	3.813	6.402.559	71,53	26.911.961	76,00	1.680.635	4,47	63%	0
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	2.153.328.291	8.086	5.498	5.317.910	89,79	23.912.492	76,00	-3.673.312	-13,79	88%	497.540.031
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	2.629.693.109	15.046	10.231	4.829.155	137,36	24.007.565	76,00	-10.724.100	-61,36	156%	1.529.430.491
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		16.418.529.702	3.469	2.623	66.384.907	56,82	268.923.785		90.776.470	19,18		2.026.970.521

A 3.14 Detailergebnisse Szenario 7 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTS 1 Faser				FTTS G.fast		Greenfield			Überbauen: FTTC						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	1.460.970	912	757	18.122	39,22	62.793	76,00	58.888	36,78	19%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	7.512.444	1.094	897	71.272	38,70	265.659	76,00	256.084	37,30	18%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	10.808.362	1.339	1.098	87.774	40,73	328.741	76,00	284.737	35,27	22%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	22.181.045	1.654	1.323	150.733	43,17	578.824	76,00	440.184	32,83	25%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	23.329.967	1.967	1.554	139.775	45,73	542.356	76,00	358.965	30,27	29%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	30.242.866	1.943	1.515	178.597	44,52	692.978	76,00	490.072	31,48	27%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	44.869.994	2.160	1.685	244.852	46,15	958.616	76,00	620.070	29,85	29%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	54.564.569	2.717	2.092	260.701	51,28	1.029.877	76,00	496.325	24,72	37%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	46.347.056	2.888	2.223	217.734	53,24	854.476	76,00	365.373	22,76	41%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	81.392.729	3.230	2.455	355.231	56,03	1.411.783	76,00	503.250	19,97	45%	0
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	69.657.552	3.128	2.377	311.589	55,15	1.228.255	76,00	464.344	20,85	43%	0
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	154.272.101	3.642	2.658	648.318	60,58	2.566.206	76,00	653.409	15,42	50%	0
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	225.088.033	3.795	2.694	901.818	60,82	3.607.751	76,00	900.391	15,18	49%	0
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	438.686.643	5.526	3.813	1.350.899	71,53	5.678.252	76,00	354.603	4,47	63%	0
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	646.930.474	8.086	5.498	1.597.675	89,79	7.184.097	76,00	-1.103.584	-13,79	88%	149.477.350
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	1.128.044.659	15.046	10.231	2.071.535	137,36	10.298.390	76,00	-4.600.257	-61,36	156%	656.071.193
Σ Ø	692.425			497.788		2.985.389.464	5.997	4.311	8.606.626	56,82	37.289.055		542.855	19,18		805.548.544

A 3.15 Detailergebnisse Szenario 8 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTS 1 Faser				FTTS G.fast		Brownfield			Kostens/ Subscriber [CHF/Monat]	Kostens/ Kostens/ [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss/ [CHF/Monat]	Profit Loss/ Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]							
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	76.565.845	612	508	1.388.291	38,06	4.764.715	76,00	4.749.768	37,94	17%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	180.573.542	595	487	3.046.880	36,84	11.188.749	76,00	11.895.078	39,16	15%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	193.882.418	677	555	2.984.430	38,30	10.963.607	76,00	10.793.426	37,70	17%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	261.835.272	800	640	3.504.045	40,12	13.136.619	76,00	11.750.828	35,88	20%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	294.082.480	916	724	3.574.881	42,01	13.485.833	76,00	10.909.199	33,99	23%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	257.775.604	813	634	3.418.200	40,54	12.849.291	76,00	11.241.034	35,46	20%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	316.805.778	884	689	3.956.553	41,71	14.955.381	76,00	12.291.722	34,29	22%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	347.892.492	1.130	870	3.715.422	45,82	14.104.280	76,00	9.290.319	30,18	29%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	260.956.482	1.225	943	2.687.245	47,53	10.123.963	76,00	6.065.537	28,47	31%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	454.587.598	1.361	1.034	4.359.984	49,65	16.587.016	76,00	8.801.392	26,35	34%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	365.385.484	1.307	993	3.632.863	48,99	13.698.194	76,00	7.554.193	27,01	33%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	600.153.483	1.598	1.167	5.328.918	53,68	20.160.292	76,00	8.380.895	22,32	39%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	589.796.635	1.610	1.143	5.147.635	53,52	19.609.284	76,00	8.234.400	22,48	38%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	777.124.187	2.066	1.425	5.735.117	60,09	22.608.190	76,00	5.984.405	15,91	46%	0
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	859.508.768	3.228	2.195	4.682.241	73,95	19.693.234	76,00	545.946	2,05	66%	0
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.121.841.139	6.419	4.365	4.104.785	109,49	19.136.229	76,00	-5.852.763	-33,49	116%	566.887.551
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		6.958.767.208	1.470	1.112	61.267.489	50,09	237.064.878		122.635.377	25,91		566.887.551

A 3.16 Detailergebnisse Szenario 8 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTS 1 Faser				FTTS G.fast		Brownfield		Überbauen: FTTC							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	979.205	612	508	17.755	38,06	60.936	76,00	60.745	37,94	17%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	4.081.342	595	487	68.866	36,84	252.889	76,00	268.854	39,16	15%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	5.466.858	677	555	84.151	38,30	309.138	76,00	304.340	37,70	17%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	10.720.756	800	640	143.472	40,12	537.874	76,00	481.134	35,88	20%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	10.865.432	916	724	132.081	42,01	498.260	76,00	403.061	33,99	23%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	12.659.094	813	634	167.864	40,54	631.015	76,00	552.036	35,46	20%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	18.355.593	884	689	229.241	41,71	866.508	76,00	712.177	34,29	22%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	22.695.584	1.130	870	242.384	45,82	920.126	76,00	606.076	30,18	29%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	19.662.597	1.225	943	202.479	47,53	762.822	76,00	457.027	28,47	31%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	34.289.277	1.361	1.034	328.871	49,65	1.251.149	76,00	663.884	26,35	34%	0
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	29.100.312	1.307	993	289.331	48,99	1.090.962	76,00	601.637	27,01	33%	0
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	67.700.877	1.598	1.167	601.134	53,68	2.274.201	76,00	945.415	22,32	39%	0
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	95.493.366	1.610	1.143	833.448	53,52	3.174.919	76,00	1.333.223	22,48	38%	0
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	163.968.238	2.066	1.425	1.210.073	60,09	4.770.184	76,00	1.262.671	15,91	46%	0
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	258.224.636	3.228	2.195	1.406.699	73,95	5.916.494	76,00	164.020	2,05	66%	0
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	481.229.882	6.419	4.365	1.760.807	109,49	8.208.760	76,00	-2.510.627	-33,49	116%	243.174.564
Σ Ø	692.425			497.788		1.235.493.049	2.482	1.784	7.718.656	50,09	31.526.238		6.305.672	25,91		243.174.564

A 3.17 Detailergebnisse Szenario 9 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 4 Faser

FTTH Ethernet

Greenfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	406.719.414	3.249	2.697	1.722.629	49,37	6.180.670	76,00	3.333.812	26,63	31%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.238.266.182	4.077	3.343	4.107.896	53,03	16.107.698	76,00	6.976.128	22,97	37%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.389.637.868	4.854	3.980	4.121.099	57,72	16.522.521	76,00	5.234.513	18,28	47%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.827.460.780	5.581	4.464	4.873.235	61,69	20.201.587	76,00	4.685.859	14,31	53%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	2.159.878.587	6.729	5.316	5.118.412	68,17	21.883.167	76,00	2.511.866	7,83	65%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	2.176.253.243	6.866	5.355	5.135.762	69,19	21.931.067	76,00	2.159.258	6,81	66%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.797.257.461	7.802	6.086	6.106.279	74,42	26.681.606	76,00	565.497	1,58	76%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.579.175.732	8.379	6.452	5.471.699	78,07	24.030.713	76,00	-636.114	-2,07	81%	120.691.518
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.896.211.064	8.902	6.854	3.938.450	81,35	17.329.977	76,00	-1.140.477	-5,35	87%	219.083.710
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	3.263.717.549	9.770	7.425	6.471.677	86,55	28.912.123	76,00	-3.523.715	-10,55	95%	641.194.036
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.978.173.931	10.650	8.094	5.680.215	91,74	25.654.105	76,00	-4.401.718	-15,74	104%	788.871.737
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	4.284.524.989	11.409	8.329	8.033.461	96,80	36.354.294	76,00	-7.813.108	-20,80	108%	1.417.362.206
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.938.495.979	13.480	9.571	8.531.543	108,60	39.788.927	76,00	-11.945.243	-32,60	124%	2.183.105.610
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.618.112.504	17.591	12.138	10.323.712	132,82	49.967.945	76,00	-21.375.350	-56,82	159%	4.033.005.416
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.990.470.764	22.495	15.296	8.465.447	160,40	42.716.219	76,00	-22.477.039	-84,40	199%	4.238.178.060
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.776.780.892	33.051	22.475	7.395.203	222,44	38.878.646	76,00	-25.595.181	-146,44	295%	4.888.572.432
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		50.321.136.940	10.632	8.038	95.496.718	91,52	433.141.265		-73.441.009	-15,52		18.530.064.724

A 3.18 Detailergebnisse Szenario 9 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 4 Faser				FTTH Ethernet			Greenfield			Überbauen: FTTC FTTS					
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	5.584.464	3.249	2.697	23.653	49,37	84.864	76,00	45.775	26,63	31%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	51.261.241	4.077	3.343	170.057	53,03	666.820	76,00	288.795	22,97	37%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	64.443.074	4.854	3.980	191.112	57,72	766.215	76,00	242.745	18,28	47%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	132.729.120	5.581	4.464	353.945	61,69	1.467.248	76,00	340.336	14,31	53%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	216.852.739	6.729	5.316	513.891	68,17	2.197.079	76,00	252.192	7,83	65%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	258.537.913	6.866	5.355	610.126	69,19	2.605.401	76,00	256.519	6,81	66%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	412.132.861	7.802	6.086	899.666	74,42	3.931.124	76,00	83.317	1,58	76%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	452.369.143	8.379	6.452	959.697	78,07	4.214.817	76,00	-111.570	-2,07	81%	21.168.437
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	358.249.130	8.902	6.854	744.087	81,35	3.274.134	76,00	-215.469	-5,35	87%	41.391.251
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	664.126.240	9.770	7.425	1.316.906	86,55	5.883.260	76,00	-717.032	-10,55	95%	130.475.073
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	722.909.930	10.650	8.094	1.378.792	91,74	6.227.174	76,00	-1.068.455	-15,74	104%	191.487.544
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	1.283.556.041	11.409	8.329	2.406.660	96,80	10.891.003	76,00	-2.340.647	-20,80	108%	424.612.723
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	1.867.380.576	13.480	9.571	3.226.010	108,60	15.045.283	76,00	-4.516.823	-32,60	124%	825.492.018
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	2.887.616.522	17.591	12.138	4.504.445	132,82	21.802.026	76,00	-9.326.498	-56,82	159%	1.759.681.943
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	3.416.583.642	22.495	15.296	4.828.153	160,40	24.362.615	76,00	-12.819.474	-84,40	199%	2.417.187.297
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	4.288.720.359	33.051	22.475	5.490.247	222,44	28.863.764	76,00	-19.002.031	-146,44	295%	3.629.308.521
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		17.083.052.996	15.516	11.220	27.617.448	91,52	132.282.828		-48.608.321	-15,52		9.440.804.806

A 3.19 Detailergebnisse Szenario 10 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 4 Faser

FTTH Ethernet

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	244.268.574	1.951	1.619	1.627.572	48,54	6.076.250	76,00	3.438.233	27,46	29%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	661.801.660	2.179	1.787	3.781.679	50,06	15.206.104	76,00	7.877.722	25,94	32%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	677.707.863	2.367	1.941	3.759.204	54,26	15.532.184	76,00	6.224.850	21,74	40%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	833.749.237	2.546	2.037	4.381.832	54,35	17.797.459	76,00	7.089.988	21,65	39%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	898.672.128	2.800	2.212	4.512.381	63,00	20.222.821	76,00	4.172.212	13,00	55%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	897.493.652	2.831	2.208	4.527.154	63,87	20.245.747	76,00	3.844.578	12,13	56%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	1.095.642.923	3.056	2.384	5.313.006	68,37	24.510.266	76,00	2.736.838	7,63	65%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	980.681.117	3.186	2.453	4.739.841	71,34	21.960.277	76,00	1.434.322	4,66	69%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	705.481.226	3.312	2.550	3.402.614	74,13	15.791.032	76,00	398.467	1,87	74%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	1.181.485.695	3.537	2.688	5.556.617	72,15	24.103.362	76,00	1.285.046	3,85	70%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	1.050.251.012	3.756	2.854	4.831.989	83,26	23.281.921	76,00	-2.029.533	-7,26	89%	266.053.952
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.499.113.972	3.992	2.914	6.811.317	79,68	29.923.177	76,00	-1.381.990	-3,68	80%	183.090.219
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.673.688.259	4.568	3.244	7.114.703	88,46	32.409.976	76,00	-4.566.293	-12,46	92%	596.635.754
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	2.187.352.553	5.814	4.012	8.458.540	106,06	39.903.165	76,00	-11.310.569	-30,06	117%	1.490.644.832
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	2.008.220.893	7.541	5.128	6.859.110	128,09	34.110.910	76,00	-13.871.730	-52,09	149%	1.876.964.860
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	2.066.374.182	11.823	8.039	5.915.426	175,95	30.752.152	76,00	-17.468.686	-99,95	223%	2.370.698.027
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		18.661.984.945	3.943	2.981	81.592.984	78,56	371.826.801		-12.126.546	-2,56		6.784.087.643

A 3.20 Detailergebnisse Szenario 10 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 4 Faser				FTTH Ethernet			Brownfield			Überbauen: FTTC FTTS					
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	3.353.932	1.951	1.619	22.347	48,54	83.430	76,00	47.209	27,46	29%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	27.396.996	2.179	1.787	156.552	50,06	629.496	76,00	326.119	25,94	32%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	31.428.028	2.367	1.941	174.329	54,26	720.290	76,00	288.671	21,74	40%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	60.555.501	2.546	2.037	318.254	54,35	1.292.636	76,00	514.948	21,65	39%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	90.227.068	2.800	2.212	453.045	63,00	2.030.380	76,00	418.892	13,00	55%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	106.621.845	2.831	2.208	537.824	63,87	2.405.186	76,00	456.734	12,13	56%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	161.426.132	3.056	2.384	782.790	68,37	3.611.211	76,00	403.231	7,63	65%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	172.004.517	3.186	2.453	831.335	71,34	3.851.677	76,00	251.570	4,66	69%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	133.285.814	3.312	2.550	642.852	74,13	2.983.383	76,00	75.282	1,87	74%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	240.417.757	3.537	2.688	1.130.703	72,15	4.904.737	76,00	261.491	3,85	70%	0
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	254.933.695	3.756	2.854	1.172.898	83,26	5.651.360	76,00	-492.641	-7,26	89%	64.580.863
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	449.103.880	3.992	2.914	2.040.531	79,68	8.964.372	76,00	-414.016	-3,68	80%	54.850.084
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	632.867.367	4.568	3.244	2.690.264	88,46	12.255.100	76,00	-1.726.640	-12,46	92%	225.604.318
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	954.386.219	5.814	4.012	3.690.632	106,06	17.410.559	76,00	-4.935.030	-30,06	117%	650.398.530
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	1.145.361.512	7.541	5.128	3.912.000	128,09	19.454.694	76,00	-7.911.553	-52,09	149%	1.070.501.416
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	1.534.089.866	11.823	8.039	4.391.652	175,95	22.830.601	76,00	-12.968.868	-99,95	223%	1.760.021.902
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		5.997.460.129	5.447	3.939	22.948.008	78,56	109.079.109		-25.404.601	-2,56		3.825.957.114

A 3.21 Detailergebnisse Szenario 11 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 4 Faser

FTTH Ethernet

Greenfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	406.719.414	3.249	2.697	1.722.629	49,37	6.180.670	76,00	3.333.812	26,63	31%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.238.266.182	4.077	3.343	4.107.896	53,03	16.107.698	76,00	6.976.128	22,97	37%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.389.637.868	4.854	3.980	4.121.099	57,72	16.522.521	76,00	5.234.513	18,28	47%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.827.460.780	5.581	4.464	4.873.235	61,69	20.201.587	76,00	4.685.859	14,31	53%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	2.159.878.587	6.729	5.316	5.118.412	68,17	21.883.167	76,00	2.511.866	7,83	65%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	2.176.253.243	6.866	5.355	5.135.762	69,19	21.931.067	76,00	2.159.258	6,81	66%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.797.257.461	7.802	6.086	6.106.279	74,42	26.681.606	76,00	565.497	1,58	76%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.579.175.732	8.379	6.452	5.471.699	78,07	24.030.713	76,00	-636.114	-2,07	81%	120.691.518
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.896.211.064	8.902	6.854	3.938.450	81,35	17.329.977	76,00	-1.140.477	-5,35	87%	219.083.710
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	3.263.717.549	9.770	7.425	6.471.677	86,55	28.912.123	76,00	-3.523.715	-10,55	95%	641.194.036
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.978.173.931	10.650	8.094	5.680.215	91,74	25.654.105	76,00	-4.401.718	-15,74	104%	788.871.737
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	4.284.524.989	11.409	8.329	8.033.461	96,80	36.354.294	76,00	-7.813.108	-20,80	108%	1.417.362.206
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.938.495.979	13.480	9.571	8.531.543	108,60	39.788.927	76,00	-11.945.243	-32,60	124%	2.183.105.610
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.618.112.504	17.591	12.138	10.323.712	132,82	49.967.945	76,00	-21.375.350	-56,82	159%	4.033.005.416
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.990.470.764	22.495	15.296	8.465.447	160,40	42.716.219	76,00	-22.477.039	-84,40	199%	4.238.178.060
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.776.780.892	33.051	22.475	7.395.203	222,44	38.878.646	76,00	-25.595.181	-146,44	295%	4.888.572.432
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		50.321.136.940	10.632	8.038	95.496.718	91,52	433.141.265		-73.441.009	-15,52		18.530.064.724

A 3.22 Detailergebnisse Szenario 11 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 4 Faser				FTTH Ethernet			Greenfield			Überbauen: FTTC					Invest Delta [CHF]
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	5.201.560	3.249	2.697	22.031	49,37	79.045	76,00	42.636	26,63	31%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	27.987.421	4.077	3.343	92.847	53,03	364.068	76,00	157.675	22,97	37%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	39.183.300	4.854	3.980	116.202	57,72	465.882	76,00	147.596	18,28	47%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	74.824.758	5.581	4.464	199.533	61,69	827.147	76,00	191.861	14,31	53%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	79.800.787	6.729	5.316	189.109	68,17	808.515	76,00	92.806	7,83	65%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	106.873.547	6.866	5.355	252.212	69,19	1.077.012	76,00	106.039	6,81	66%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	162.071.917	7.802	6.086	353.795	74,42	1.545.921	76,00	32.765	1,58	76%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	168.258.586	8.379	6.452	356.959	78,07	1.567.700	76,00	-41.498	-2,07	81%	7.873.595
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	142.876.062	8.902	6.854	296.755	81,35	1.305.782	76,00	-85.933	-5,35	87%	16.507.560
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	246.180.310	9.770	7.425	488.155	86,55	2.180.825	76,00	-265.792	-10,55	95%	48.364.892
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	237.190.024	10.650	8.094	452.388	91,74	2.043.164	76,00	-350.565	-15,74	104%	62.827.931
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	483.319.864	11.409	8.329	906.222	96,80	4.100.980	76,00	-881.365	-20,80	108%	159.886.874
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	799.586.797	13.480	9.571	1.381.333	108,60	6.442.184	76,00	-1.934.042	-32,60	124%	353.464.381
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	1.396.379.450	17.591	12.138	2.178.237	132,82	10.542.917	76,00	-4.510.062	-56,82	159%	850.938.373
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	1.799.733.977	22.495	15.296	2.543.298	160,40	12.833.354	76,00	-6.752.840	-84,40	199%	1.273.287.752
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	2.478.033.200	33.051	22.475	3.172.278	222,44	16.677.554	76,00	-10.979.421	-146,44	295%	2.097.023.414
Σ Ø	692.425			497.788		8.247.501.560	16.568	11.911	13.001.355	91,52	62.862.050		-25.030.140	-15,52		4.870.174.771

A 3.23 Detailergebnisse Szenario 12 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 4 Faser

FTTH Ethernet

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	244.268.574	1.951	1.619	1.627.572	48,54	6.076.250	76,00	3.438.233	27,46	29%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	661.801.660	2.179	1.787	3.781.679	50,06	15.206.104	76,00	7.877.722	25,94	32%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	677.707.863	2.367	1.941	3.759.204	54,26	15.532.184	76,00	6.224.850	21,74	40%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	833.749.237	2.546	2.037	4.381.832	54,35	17.797.459	76,00	7.089.988	21,65	39%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	898.672.128	2.800	2.212	4.512.381	63,00	20.222.821	76,00	4.172.212	13,00	55%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	897.493.652	2.831	2.208	4.527.154	63,87	20.245.747	76,00	3.844.578	12,13	56%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	1.095.642.923	3.056	2.384	5.313.006	68,37	24.510.266	76,00	2.736.838	7,63	65%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	980.681.117	3.186	2.453	4.739.841	71,34	21.960.277	76,00	1.434.322	4,66	69%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	705.481.226	3.312	2.550	3.402.614	74,13	15.791.032	76,00	398.467	1,87	74%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	1.181.485.695	3.537	2.688	5.556.617	72,15	24.103.362	76,00	1.285.046	3,85	70%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	1.050.251.012	3.756	2.854	4.831.989	83,26	23.281.921	76,00	-2.029.533	-7,26	89%	266.053.952
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.499.113.972	3.992	2.914	6.811.317	79,68	29.923.177	76,00	-1.381.990	-3,68	80%	183.090.219
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.673.688.259	4.568	3.244	7.114.703	88,46	32.409.976	76,00	-4.566.293	-12,46	92%	596.635.754
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	2.187.352.553	5.814	4.012	8.458.540	106,06	39.903.165	76,00	-11.310.569	-30,06	117%	1.490.644.832
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	2.008.220.893	7.541	5.128	6.859.110	128,09	34.110.910	76,00	-13.871.730	-52,09	149%	1.876.964.860
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	2.066.374.182	11.823	8.039	5.915.426	175,95	30.752.152	76,00	-17.468.686	-99,95	223%	2.370.698.027
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		18.661.984.945	3.943	2.981	81.592.984	78,56	371.826.801		-12.126.546	-2,56		6.784.087.643

A 3.24 Detailergebnisse Szenario 12 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 4 Faser				FTTH Ethernet		Brownfield		Überbauen: FTTC							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	3.123.966	1.951	1.619	20.815	48,54	77.710	76,00	43.972	27,46	29%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	14.958.110	2.179	1.787	85.474	50,06	343.690	76,00	178.053	25,94	32%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	19.109.173	2.367	1.941	105.997	54,26	437.957	76,00	175.521	21,74	40%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	34.137.578	2.546	2.037	179.413	54,35	728.711	76,00	290.297	21,65	39%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	33.203.136	2.800	2.212	166.718	63,00	747.170	76,00	154.150	13,00	55%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	44.074.986	2.831	2.208	222.324	63,87	994.248	76,00	188.803	12,13	56%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	63.481.089	3.056	2.384	307.833	68,37	1.420.114	76,00	158.571	7,63	65%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	63.977.036	3.186	2.453	309.215	71,34	1.432.630	76,00	93.571	4,66	69%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	53.156.730	3.312	2.550	256.381	74,13	1.189.826	76,00	30.024	1,87	74%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	89.118.777	3.537	2.688	419.132	72,15	1.818.103	76,00	96.930	3,85	70%	0
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	83.644.901	3.756	2.854	384.833	83,26	1.854.237	76,00	-161.638	-7,26	89%	21.189.274
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	169.108.959	3.992	2.914	768.357	79,68	3.375.512	76,00	-155.897	-3,68	80%	20.653.664
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	270.985.142	4.568	3.244	1.151.934	88,46	5.247.466	76,00	-739.324	-12,46	92%	96.600.680
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	461.517.412	5.814	4.012	1.784.698	106,06	8.419.313	76,00	-2.386.458	-30,06	117%	314.516.535
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	603.335.450	7.541	5.128	2.060.702	128,09	10.248.036	76,00	-4.167.523	-52,09	149%	563.901.831
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	886.400.908	11.823	8.039	2.537.507	175,95	13.191.578	76,00	-7.493.444	-99,95	223%	1.016.944.996
Σ Ø	692.425			497.788		2.893.333.351	5.812	4.179	10.761.333	78,56	51.526.300		-13.694.390	-2,56		2.033.806.979

A 3.25 Detailergebnisse Szenario 13 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield		OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/ Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]								
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	292.996.281	2.340	1.943	1.579.023	41,61	5.209.653	76,00	4.304.830	34,39	22%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	816.262.660	2.687	2.204	3.703.617	43,24	13.134.640	76,00	9.949.186	32,76	24%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	888.695.555	3.104	2.546	3.572.457	45,01	12.885.448	76,00	8.871.586	30,99	28%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.172.861.362	3.582	2.865	4.222.082	47,95	15.701.355	76,00	9.186.092	28,05	32%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.565.680.351	4.878	3.853	4.560.417	55,68	17.871.071	76,00	6.523.962	20,32	45%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.565.827.126	4.940	3.853	4.477.374	55,35	17.543.667	76,00	6.546.658	20,65	44%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.100.027.784	5.858	4.569	5.379.506	60,68	21.754.736	76,00	5.492.367	15,32	53%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	1.942.757.708	6.311	4.860	4.900.082	64,36	19.812.659	76,00	3.581.940	11,64	59%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.502.852.931	7.055	5.432	3.609.800	69,19	14.737.884	76,00	1.451.615	6,81	66%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	2.650.127.616	7.933	6.029	5.967.228	74,44	24.868.135	76,00	520.273	1,56	74%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.499.049.784	8.937	6.792	5.252.393	79,93	22.350.207	76,00	-1.097.819	-3,93	83%	195.110.474
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	3.663.614.292	9.756	7.122	7.279.627	83,60	31.393.650	76,00	-2.852.464	-7,60	85%	485.898.559
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.342.862.254	11.854	8.416	7.999.408	97,33	35.658.298	76,00	-7.814.614	-21,33	103%	1.335.381.226
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	5.932.153.959	15.768	10.880	9.611.315	119,82	45.076.853	76,00	-16.484.258	-43,82	132%	2.918.104.404
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	4.880.350.524	18.326	12.462	7.189.815	133,17	35.463.296	76,00	-15.224.116	-57,17	149%	2.713.586.334
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	4.939.007.070	28.258	19.215	6.297.182	192,43	33.633.487	76,00	-20.350.022	-116,43	232%	3.652.136.313
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		40.755.127.256	8.611	6.510	85.601.326	77,56	367.095.040		-7.394.784	-1,56		11.300.217.310

A 3.26 Detailergebnisse Szenario 13 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield			Überbauen: FTTC FTTS						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	4.022.988	2.340	1.943	21.681	41,61	71.531	76,00	59.108	34,39	22%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	33.791.310	2.687	2.204	153.321	43,24	543.743	76,00	411.872	32,76	24%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	41.212.372	3.104	2.546	165.669	45,01	597.550	76,00	411.411	30,99	28%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	85.185.334	3.582	2.865	306.651	47,95	1.140.395	76,00	667.189	28,05	32%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	157.194.981	4.878	3.853	457.868	55,68	1.794.263	76,00	655.009	20,32	45%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	186.019.563	4.940	3.853	531.910	55,35	2.084.180	76,00	777.740	20,65	44%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	309.406.792	5.858	4.569	792.587	60,68	3.205.226	76,00	809.216	15,32	53%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	340.745.933	6.311	4.860	859.440	64,36	3.475.000	76,00	628.247	11,64	59%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	283.932.399	7.055	5.432	681.996	69,19	2.784.413	76,00	274.252	6,81	66%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	539.268.262	7.933	6.029	1.214.257	74,44	5.060.359	76,00	105.869	1,56	74%	0
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	606.609.267	8.937	6.792	1.274.945	79,93	5.425.199	76,00	-266.480	-3,93	83%	47.360.330
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	1.097.543.898	9.756	7.122	2.180.827	83,60	9.404.895	76,00	-854.540	-7,60	85%	145.565.268
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	1.642.155.152	11.854	8.416	3.024.795	97,33	13.483.379	76,00	-2.954.920	-21,33	103%	504.944.212
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	2.588.318.916	15.768	10.880	4.193.612	119,82	19.667.944	76,00	-7.192.416	-43,82	132%	1.273.228.052
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	2.783.441.640	18.326	12.462	4.100.613	133,17	20.226.009	76,00	-8.682.868	-57,17	149%	1.547.657.112
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	3.666.751.530	28.258	19.215	4.675.069	192,43	24.969.724	76,00	-15.107.991	-116,43	232%	2.711.370.165
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		14.365.600.336	13.048	9.435	24.635.241	77,56	113.933.809		-30.259.301	-1,56		6.230.125.139

A 3.27 Detailergebnisse Szenario 14 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoMP 1 Faser PON

FTTH XGS.PON

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	171.877.080	1.373	1.140	1.472.876	37,66	4.714.365	76,00	4.800.118	38,34	15%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	441.611.472	1.454	1.192	3.395.844	38,37	11.654.425	76,00	11.429.402	37,63	16%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	423.226.091	1.478	1.212	3.236.511	38,94	11.148.127	76,00	10.608.907	37,06	17%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	508.708.919	1.553	1.243	3.767.969	40,55	13.277.650	76,00	11.609.797	35,45	19%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	561.301.392	1.749	1.381	3.906.933	44,41	14.255.162	76,00	10.139.870	31,59	26%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	542.388.610	1.711	1.335	3.822.507	43,79	13.881.005	76,00	10.209.320	32,21	25%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	660.452.163	1.842	1.437	4.491.752	46,48	16.663.579	76,00	10.583.525	29,52	30%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	602.236.696	1.956	1.506	4.091.113	49,13	15.121.857	76,00	8.272.742	26,87	34%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	443.275.237	2.081	1.602	2.986.903	51,92	11.059.135	76,00	5.130.365	24,08	38%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	747.043.995	2.236	1.700	4.886.069	54,90	18.339.219	76,00	7.049.189	21,10	43%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	663.032.809	2.371	1.802	4.215.844	57,38	16.044.672	76,00	5.207.716	18,62	47%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	928.889.211	2.473	1.806	5.746.775	58,63	22.019.534	76,00	6.521.652	17,37	47%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.078.955.036	2.945	2.091	6.205.466	66,93	24.519.157	76,00	3.324.526	9,07	58%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	1.397.731.409	3.715	2.563	7.228.369	79,37	29.861.426	76,00	-1.268.831	-3,37	74%	143.824.366
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.192.480.435	4.478	3.045	5.345.482	87,55	23.314.359	76,00	-3.075.179	-11,55	85%	341.171.357
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.357.831.107	7.769	5.283	4.549.216	125,58	21.949.917	76,00	-8.666.451	-49,58	138%	1.020.919.866
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		11.721.041.663	2.477	1.872	69.349.629	56,59	267.823.589		91.876.666	19,41		1.505.915.589

A 3.28 Detailergebnisse Szenario 14 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield			Überbauen: FTTC FTTS						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	2.359.960	1.373	1.140	20.223	37,66	64.731	76,00	65.908	38,34	15%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	18.281.652	1.454	1.192	140.580	38,37	482.465	76,00	473.150	37,63	16%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	19.626.689	1.478	1.212	150.090	38,94	516.983	76,00	491.978	37,06	17%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	36.947.708	1.553	1.243	273.669	40,55	964.360	76,00	843.224	35,45	19%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	56.354.901	1.749	1.381	392.258	44,41	1.431.224	76,00	1.018.047	31,59	26%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	64.435.524	1.711	1.335	454.112	43,79	1.649.057	76,00	1.212.863	32,21	25%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	97.307.467	1.842	1.437	661.791	46,48	2.455.122	76,00	1.559.320	29,52	30%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	105.628.048	1.956	1.506	717.552	49,13	2.652.267	76,00	1.450.980	26,87	34%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	83.747.517	2.081	1.602	564.312	51,92	2.089.391	76,00	969.274	24,08	38%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	152.014.233	2.236	1.700	994.255	54,90	3.731.805	76,00	1.434.423	21,10	43%	0
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	160.941.910	2.371	1.802	1.023.337	57,38	3.894.619	76,00	1.264.100	18,62	47%	0
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	278.276.206	2.473	1.806	1.721.616	58,63	6.596.602	76,00	1.953.754	17,37	47%	0
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	407.982.448	2.945	2.091	2.346.457	66,93	9.271.365	76,00	1.257.094	9,07	58%	0
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	609.858.522	3.715	2.563	3.153.884	79,37	13.029.145	76,00	-553.617	-3,37	74%	62.753.484
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	680.115.021	4.478	3.045	3.048.723	87,55	13.297.028	76,00	-1.753.887	-11,55	85%	194.582.450
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	1.008.062.799	7.769	5.283	3.377.368	125,58	16.295.763	76,00	-6.434.031	-49,58	138%	757.937.664
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		3.781.940.605	3.435	2.484	19.040.226	56,59	78.421.928		5.252.580	19,41		1.015.273.597

A 3.29 Detailergebnisse Szenario 15 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON			FTTH XGS.PON		Greenfield		OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/ Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]	
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]									Invest/ Anschluss [CHF]
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	284.444.793	2.272	1.886	1.526.184	40,14	5.024.869	76,00	4.489.613	35,86	19%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	798.284.468	2.628	2.155	3.592.130	41,94	12.738.892	76,00	10.344.935	34,06	22%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	889.300.357	3.106	2.547	3.573.224	45,03	12.890.786	76,00	8.866.248	30,97	28%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.146.696.636	3.502	2.801	4.060.544	46,22	15.136.510	76,00	9.750.937	29,78	29%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.536.101.612	4.786	3.781	4.377.707	53,68	17.232.139	76,00	7.162.894	22,32	42%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.566.526.993	4.942	3.855	4.478.262	55,37	17.549.845	76,00	6.540.480	20,63	44%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.073.055.064	5.782	4.510	5.214.032	59,07	21.176.729	76,00	6.070.374	16,93	50%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	1.910.607.533	6.207	4.779	4.702.414	62,12	19.121.947	76,00	4.272.652	13,88	55%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.477.827.737	6.938	5.342	3.455.725	66,66	14.199.687	76,00	1.989.812	9,34	62%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	2.607.954.935	7.807	5.933	5.708.986	71,74	23.966.303	76,00	1.422.105	4,26	70%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.467.356.264	8.823	6.706	5.054.337	77,44	21.656.268	76,00	-403.880	-1,44	79%	82.667.969
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	3.664.491.351	9.758	7.123	7.280.739	83,62	31.401.392	76,00	-2.860.205	-7,62	85%	486.003.806
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.295.128.430	11.724	8.324	7.701.768	94,48	34.614.975	76,00	-6.771.292	-18,48	99%	1.178.147.849
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	5.884.226.387	15.640	10.792	9.311.683	117,03	44.027.090	76,00	-15.434.495	-41,03	128%	2.760.707.662
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	4.881.198.189	18.329	12.464	7.190.890	133,20	35.470.778	76,00	-15.231.598	-57,20	149%	2.714.018.644
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	4.939.852.872	28.263	19.219	6.298.254	192,47	33.640.953	76,00	-20.357.488	-116,47	233%	3.654.649.585
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		40.423.053.620	8.541	6.457	83.526.881	76,03	359.849.163		-148.907	-0,03		10.876.195.514

A 3.30 Detailergebnisse Szenario 15 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield			Überbauen: FTTC FTTS						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	3.905.572	2.272	1.886	20.955	40,14	68.994	76,00	61.645	35,86	19%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	33.047.056	2.628	2.155	148.706	41,94	527.359	76,00	428.255	34,06	22%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	41.240.420	3.106	2.547	165.705	45,03	597.797	76,00	411.163	30,97	28%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	83.284.981	3.502	2.801	294.919	46,22	1.099.370	76,00	708.214	29,78	29%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	154.225.263	4.786	3.781	439.524	53,68	1.730.114	76,00	719.158	22,32	42%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	186.102.707	4.942	3.855	532.015	55,37	2.084.914	76,00	777.006	20,63	44%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	305.432.777	5.782	4.510	768.207	59,07	3.120.065	76,00	894.376	16,93	50%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	335.107.020	6.207	4.779	824.770	62,12	3.353.854	76,00	749.393	13,88	55%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	279.204.415	6.938	5.342	652.887	66,66	2.682.732	76,00	375.933	9,34	62%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	530.686.641	7.807	5.933	1.161.708	71,74	4.876.847	76,00	289.381	4,26	70%	0
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	598.916.109	8.823	6.706	1.226.869	77,44	5.256.755	76,00	-98.036	-1,44	79%	20.066.489
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	1.097.806.647	9.758	7.123	2.181.161	83,62	9.407.215	76,00	-856.859	-7,62	85%	145.596.798
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	1.624.105.686	11.724	8.324	2.912.249	94,48	13.088.870	76,00	-2.560.411	-18,48	99%	445.489.967
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	2.567.407.146	15.640	10.792	4.062.876	117,03	19.209.911	76,00	-6.734.383	-41,03	128%	1.204.552.665
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	2.783.925.094	18.329	12.464	4.101.226	133,20	20.230.276	76,00	-8.687.135	-57,20	149%	1.547.903.674
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	3.667.379.459	28.263	19.219	4.675.866	192,47	24.975.266	76,00	-15.113.533	-116,47	233%	2.713.236.035
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		14.291.776.992	12.981	9.387	24.169.643	76,03	112.310.340		-28.635.833	-0,03		6.076.845.628

A 3.31 Detailergebnisse Szenario 16 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON				Brownfield				Profit Loss [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]	
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]				
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	163.325.592	1.305	1.083	1.420.038	36,18	4.529.581	76,00	4.984.901	39,82	12%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	423.633.281	1.395	1.144	3.284.358	37,07	11.258.676	76,00	11.825.151	38,93	13%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	423.830.893	1.480	1.214	3.237.278	38,96	11.153.465	76,00	10.603.569	37,04	17%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	482.544.193	1.474	1.179	3.606.431	38,82	12.712.805	76,00	12.174.642	37,18	16%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	531.722.653	1.657	1.309	3.724.223	42,42	13.616.231	76,00	10.778.802	33,58	23%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	543.088.477	1.713	1.336	3.823.394	43,81	13.887.183	76,00	10.203.142	32,19	25%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	633.479.443	1.767	1.378	4.326.279	44,87	16.085.572	76,00	11.161.532	31,13	27%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	570.086.521	1.852	1.426	3.893.445	46,88	14.431.145	76,00	8.963.454	29,12	30%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	418.250.043	1.963	1.512	2.832.828	49,39	10.520.938	76,00	5.668.562	26,61	34%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	704.871.314	2.110	1.604	4.627.827	52,20	17.437.387	76,00	7.951.021	23,80	39%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	631.339.289	2.258	1.716	4.017.788	54,90	15.350.733	76,00	5.901.655	21,10	43%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	929.766.270	2.476	1.807	5.747.887	58,65	22.027.276	76,00	6.513.911	17,35	47%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.031.221.212	2.815	1.998	5.907.826	64,08	23.475.835	76,00	4.367.849	11,92	54%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	1.349.803.837	3.588	2.476	6.928.736	76,58	28.811.664	76,00	-219.068	-0,58	70%	30.545.603
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.193.328.100	4.481	3.047	5.346.557	87,58	23.321.841	76,00	-3.082.661	-11,58	85%	341.383.273
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.358.676.909	7.774	5.286	4.550.288	125,63	21.957.383	76,00	-8.673.917	-49,63	138%	1.021.486.553
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		11.388.968.027	2.406	1.819	67.275.184	55,06	260.577.713		99.122.543	20,94		1.393.415.429

A 3.32 Detailergebnisse Szenario 16 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield			Überbauen: FTTC FTTS						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	2.242.543	1.305	1.083	19.498	36,18	62.193	76,00	68.445	39,82	12%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	17.537.399	1.395	1.144	135.964	37,07	466.082	76,00	489.533	38,93	13%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	19.654.736	1.480	1.214	150.126	38,96	517.231	76,00	491.730	37,04	17%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	35.047.355	1.474	1.179	261.936	38,82	923.335	76,00	884.249	37,18	16%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	53.385.183	1.657	1.309	373.914	42,42	1.367.075	76,00	1.082.196	33,58	23%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	64.518.668	1.713	1.336	454.218	43,81	1.649.791	76,00	1.212.129	32,19	25%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	93.333.452	1.767	1.378	637.411	44,87	2.369.962	76,00	1.644.480	31,13	27%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	99.989.135	1.852	1.426	682.883	46,88	2.531.120	76,00	1.572.126	29,12	30%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	79.019.534	1.963	1.512	535.203	49,39	1.987.710	76,00	1.070.955	26,61	34%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	143.432.613	2.110	1.604	941.706	52,20	3.548.293	76,00	1.617.935	23,80	39%	0
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	153.248.753	2.258	1.716	975.262	54,90	3.726.175	76,00	1.432.544	21,10	43%	0
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	278.538.955	2.476	1.807	1.721.949	58,65	6.598.921	76,00	1.951.434	17,35	47%	0
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	389.932.982	2.815	1.998	2.233.911	64,08	8.876.856	76,00	1.651.603	11,92	54%	0
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	588.946.752	3.588	2.476	3.023.148	76,58	12.571.112	76,00	-95.584	-0,58	70%	13.327.665
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	680.598.475	4.481	3.047	3.049.336	87,58	13.301.295	76,00	-1.758.154	-11,58	85%	194.703.313
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	1.008.690.728	7.774	5.286	3.378.164	125,63	16.301.306	76,00	-6.439.573	-49,63	138%	758.358.376
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		3.708.117.262	3.368	2.435	18.574.628	55,06	76.798.459		6.876.048	20,94		966.389.355

A 3.33 Detailergebnisse Szenario 17 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield		OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/ Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]								
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	330.465.871	2.640	2.191	1.550.972	41,88	5.242.491	76,00	4.271.991	34,12	22%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.028.066.178	3.385	2.775	3.695.152	45,31	13.761.660	76,00	9.322.167	30,69	28%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.170.994.986	4.090	3.354	3.717.754	49,56	14.187.128	76,00	7.569.906	26,44	36%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.533.589.886	4.683	3.747	4.326.124	52,27	17.115.129	76,00	7.772.317	23,73	40%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.844.808.901	5.747	4.540	4.592.887	58,63	18.819.030	76,00	5.576.003	17,37	50%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.865.456.133	5.885	4.590	4.621.816	59,60	18.892.204	76,00	5.198.121	16,40	51%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.399.123.747	6.692	5.220	5.425.194	63,60	22.801.845	76,00	4.445.258	12,40	58%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.234.281.166	7.258	5.589	4.926.427	67,50	20.778.664	76,00	2.615.935	8,50	64%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.639.893.943	7.698	5.928	3.507.751	69,69	14.845.471	76,00	1.344.029	6,31	67%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	2.832.782.948	8.480	6.445	5.755.577	74,19	24.782.804	76,00	605.604	1,81	74%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.602.020.883	9.305	7.072	5.057.007	78,92	22.070.042	76,00	-817.654	-2,92	81%	144.513.179
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	3.763.243.531	10.021	7.315	7.174.225	83,55	31.376.502	76,00	-2.835.316	-7,55	85%	497.854.067
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.367.377.880	11.921	8.464	7.592.753	94,18	34.503.202	76,00	-6.659.518	-18,18	98%	1.192.319.330
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	5.933.851.303	15.772	10.883	9.226.521	116,74	43.919.208	76,00	-15.326.612	-40,74	128%	2.782.046.376
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.386.720.481	20.228	13.755	7.418.553	141,47	37.675.141	76,00	-17.435.961	-65,47	161%	3.168.014.670
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.282.157.927	30.221	20.551	6.382.786	199,92	34.942.565	76,00	-21.659.100	-123,92	243%	3.961.036.633
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		44.214.835.767	9.342	7.063	84.971.500	79,38	375.713.085		-16.012.830	-3,38		11.745.784.255

A 3.34 Detailergebnisse Szenario 17 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield			Überbauen: FTTC						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	4.226.349	2.640	2.191	19.835	41,88	67.047	76,00	54.635	34,12	22%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	23.236.458	3.385	2.775	83.518	45,31	311.042	76,00	210.701	30,69	28%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	33.018.276	4.090	3.354	104.829	49,56	400.031	76,00	213.447	26,44	36%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	62.792.315	4.683	3.747	177.132	52,27	700.773	76,00	318.235	23,73	40%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	68.159.944	5.747	4.540	169.693	58,63	695.305	76,00	206.016	17,37	50%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	91.610.623	5.885	4.590	226.973	59,60	927.777	76,00	255.274	16,40	51%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	139.004.218	6.692	5.220	314.333	63,60	1.321.129	76,00	257.556	12,40	58%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	145.758.579	7.258	5.589	321.387	67,50	1.355.545	76,00	170.657	8,50	64%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	123.563.032	7.698	5.928	264.303	69,69	1.118.579	76,00	101.270	6,31	67%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	213.675.165	8.480	6.445	434.140	74,19	1.869.352	76,00	45.680	1,81	74%	0
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	207.232.153	9.305	7.072	402.754	78,92	1.757.719	76,00	-65.120	-2,92	81%	11.509.430
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	424.516.220	10.021	7.315	809.295	83,55	3.539.456	76,00	-319.840	-7,55	85%	56.160.895
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	707.117.654	11.921	8.464	1.229.335	94,18	5.586.378	76,00	-1.078.236	-18,18	98%	193.047.195
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	1.252.004.709	15.772	10.883	1.946.737	116,74	9.266.672	76,00	-3.233.817	-40,74	128%	586.994.009
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	1.618.347.582	20.228	13.755	2.228.777	141,47	11.318.849	76,00	-5.238.335	-65,47	161%	951.775.556
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	2.265.857.570	30.221	20.551	2.737.988	199,92	14.989.116	76,00	-9.290.982	-123,92	243%	1.699.143.600
Σ Ø	692.425			497.788		7.380.120.845	14.826	10.658	11.471.028	79,38	55.224.770		-17.392.860	-3,38		3.498.630.685

A 3.35 Detailergebnisse Szenario 18 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield		OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/ Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]								
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	168.023.745	1.342	1.114	1.410.175	36,55	4.576.084	76,00	4.938.399	39,45	13%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	443.646.764	1.461	1.198	3.219.251	37,62	11.426.215	76,00	11.657.611	38,38	14%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	448.304.649	1.566	1.284	3.212.969	40,13	11.487.965	76,00	10.269.069	35,87	19%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	527.658.665	1.611	1.289	3.654.774	40,99	13.423.799	76,00	11.463.648	35,01	20%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	568.433.786	1.771	1.399	3.775.974	44,28	14.211.751	76,00	10.183.281	31,72	26%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	568.064.977	1.792	1.398	3.805.125	44,92	14.238.173	76,00	9.852.152	31,08	27%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	670.100.765	1.869	1.458	4.370.774	46,50	16.671.681	76,00	10.575.423	29,50	30%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	609.133.572	1.979	1.524	3.958.291	48,97	15.073.233	76,00	8.321.366	27,03	33%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	427.635.734	2.007	1.546	2.803.632	49,91	10.631.231	76,00	5.558.268	26,09	35%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	713.343.565	2.135	1.623	4.564.990	52,41	17.509.203	76,00	7.879.205	23,59	39%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	632.672.163	2.262	1.719	3.951.969	54,72	15.302.300	76,00	5.950.087	21,28	43%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	912.741.432	2.430	1.774	5.584.888	57,50	21.595.191	76,00	6.945.996	18,50	45%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.013.852.000	2.767	1.965	5.755.357	62,95	23.063.306	76,00	4.780.378	13,05	52%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	1.336.072.099	3.551	2.450	6.815.984	75,70	28.478.413	76,00	114.183	0,30	69%	0
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.233.285.960	4.631	3.149	5.360.774	90,04	23.978.271	76,00	-3.739.091	-14,04	88%	432.512.954
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.368.994.300	7.833	5.326	4.489.976	126,77	22.156.440	76,00	-8.872.974	-50,77	140%	1.074.685.855
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		11.641.964.178	2.460	1.860	66.734.902	55,74	263.823.255		95.877.001	20,26		1.507.198.808

A 3.36 Detailergebnisse Szenario 18 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield			Überbauen: FTTC						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	2.148.866	1.342	1.114	18.035	36,55	58.524	76,00	63.157	39,45	13%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	10.027.350	1.461	1.198	72.762	37,62	258.257	76,00	263.487	38,38	14%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	12.640.743	1.566	1.284	90.595	40,13	323.923	76,00	289.555	35,87	19%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	21.604.804	1.611	1.289	149.643	40,99	549.633	76,00	469.375	35,01	20%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	21.001.858	1.771	1.399	139.510	44,28	525.080	76,00	376.241	31,72	26%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	27.897.084	1.792	1.398	186.866	44,92	699.222	76,00	483.829	31,08	27%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	38.825.356	1.869	1.458	253.241	46,50	965.950	76,00	612.736	29,50	30%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	39.738.259	1.979	1.524	258.228	48,97	983.338	76,00	542.864	27,03	33%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	32.221.576	2.007	1.546	211.249	49,91	801.044	76,00	418.805	26,09	35%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	53.807.089	2.135	1.623	344.335	52,41	1.320.709	76,00	594.324	23,59	39%	0
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	50.387.764	2.262	1.719	314.746	54,72	1.218.718	76,00	473.881	21,28	43%	0
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	102.962.654	2.430	1.774	630.009	57,50	2.436.066	76,00	783.550	18,50	45%	0
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	164.151.733	2.767	1.965	931.844	62,95	3.734.156	76,00	773.986	13,05	52%	0
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	281.902.676	3.551	2.450	1.438.129	75,70	6.008.763	76,00	24.092	0,30	69%	0
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	370.519.569	4.631	3.149	1.610.552	90,04	7.203.860	76,00	-1.123.346	-14,04	88%	129.941.083
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	587.249.783	7.833	5.326	1.926.040	126,77	9.504.323	76,00	-3.806.190	-50,77	140%	461.001.945
Σ Ø	692.425			497.788		1.817.087.164	3.650	2.624	8.575.784	55,74	36.591.565		1.240.345	20,26		590.943.028

A 3.37 Detailergebnisse Szenario 19 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 4 Faser PON				FTTH XGS.PON				Greenfield				Profit Loss [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]	
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]				
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	388.521.917	3.103	2.576	1.932.205	52,88	6.620.549	76,00	2.893.933	23,12	41%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.080.771.116	3.558	2.918	4.790.226	57,05	17.329.142	76,00	5.754.684	18,95	48%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.116.102.192	3.899	3.197	4.361.852	56,18	16.082.344	76,00	5.674.689	19,82	47%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.486.844.485	4.540	3.632	5.320.712	61,47	20.128.874	76,00	4.758.572	14,53	55%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.951.633.358	6.080	4.803	5.829.793	71,79	23.042.991	76,00	1.352.042	4,21	72%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.884.435.982	5.945	4.637	5.438.850	67,96	21.542.426	76,00	2.547.899	8,04	65%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.512.769.472	7.009	5.467	6.582.881	74,73	26.793.218	76,00	453.885	1,27	76%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.374.663.743	7.714	5.940	6.285.033	82,74	25.470.338	76,00	-2.075.739	-6,74	89%	306.426.579
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.839.683.889	8.636	6.650	4.689.756	89,87	19.143.484	76,00	-2.953.985	-13,87	100%	426.053.257
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	3.230.633.250	9.671	7.350	7.789.805	96,81	32.341.659	76,00	-6.953.251	-20,81	110%	1.004.262.508
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.992.032.445	10.700	8.132	6.694.913	101,43	28.362.442	76,00	-7.110.055	-25,43	117%	1.088.748.323
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	4.293.849.009	11.434	8.347	8.685.179	100,72	37.823.345	76,00	-9.282.159	-24,72	111%	1.492.153.315
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	5.129.362.705	14.001	9.941	10.206.206	122,65	44.936.063	76,00	-17.092.379	-46,65	141%	2.646.012.836
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.826.175.900	18.144	12.519	11.922.003	146,06	54.949.074	76,00	-26.356.479	-70,06	171%	4.261.820.157
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.528.605.492	20.760	14.117	8.582.575	157,23	41.869.932	76,00	-21.630.752	-81,23	184%	3.671.961.936
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.544.523.318	31.722	21.571	7.660.408	227,75	39.806.382	76,00	-26.522.916	-151,75	284%	4.524.102.118
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		48.180.608.273	10.180	7.696	106.772.396	96,40	456.242.265		-96.542.009	-20,40		19.421.541.028

A 3.38 Detailergebnisse Szenario 19 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 4 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield		Überbauen: FTTC FTTS							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	5.334.603	3.103	2.576	26.530	52,88	90.904	76,00	39.735	23,12	41%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	44.741.324	3.558	2.918	198.304	57,05	717.385	76,00	238.230	18,95	48%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	51.758.129	3.899	3.197	202.277	56,18	745.803	76,00	263.158	19,82	47%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	107.990.039	4.540	3.632	386.445	61,47	1.461.967	76,00	345.617	14,53	55%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	195.944.829	6.080	4.803	585.314	71,79	2.313.526	76,00	135.746	4,21	72%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	223.870.153	5.945	4.637	646.133	67,96	2.559.231	76,00	302.689	8,04	65%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	370.217.931	7.009	5.467	969.886	74,73	3.947.569	76,00	66.873	1,27	76%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	416.499.190	7.714	5.940	1.102.350	82,74	4.467.317	76,00	-364.070	-6,74	89%	53.745.050
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	347.569.512	8.636	6.650	886.030	89,87	3.616.758	76,00	-558.093	-13,87	100%	80.493.787
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	657.393.993	9.671	7.350	1.585.129	96,81	6.581.128	76,00	-1.414.901	-20,81	110%	204.355.026
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	726.273.890	10.700	8.132	1.625.096	101,43	6.884.585	76,00	-1.725.866	-25,43	117%	264.278.377
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	1.286.349.326	11.434	8.347	2.601.902	100,72	11.331.100	76,00	-2.780.745	-24,72	111%	447.018.609
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	1.939.552.512	14.001	9.941	3.859.246	122,65	16.991.556	76,00	-6.463.097	-46,65	141%	1.000.529.917
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	2.978.398.795	18.144	12.519	5.201.812	146,06	23.975.394	76,00	-11.499.866	-70,06	171%	1.859.518.449
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	3.153.165.057	20.760	14.117	4.894.955	157,23	23.879.947	76,00	-12.336.806	-81,23	184%	2.094.253.621
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	4.116.290.799	31.722	21.571	5.687.138	227,75	29.552.521	76,00	-19.690.789	-151,75	284%	3.358.723.349
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		16.621.350.083	15.097	10.917	30.458.547	96,40	139.116.690		-55.442.183	-20,40		9.362.916.184

A 3.39 Detailergebnisse Szenario 20 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoMP 4 Faser PON

FTTH XGS.PON

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	268.587.166	2.145	1.781	1.854.449	50,18	6.282.347	76,00	3.232.135	25,82	37%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	709.177.658	2.335	1.915	4.556.450	53,55	16.265.968	76,00	6.817.858	22,45	42%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	655.377.363	2.289	1.877	4.096.249	51,78	14.824.333	76,00	6.932.701	24,22	39%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	826.642.252	2.524	2.019	4.955.753	54,42	17.821.172	76,00	7.066.274	21,58	43%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	954.332.078	2.973	2.349	5.306.798	61,02	19.587.985	76,00	4.807.048	14,98	54%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	869.692.901	2.744	2.140	4.910.682	59,71	18.928.263	76,00	5.162.062	16,29	51%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	1.087.003.568	3.032	2.365	5.865.771	64,76	23.216.607	76,00	4.030.496	11,24	60%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	1.046.471.016	3.400	2.618	5.624.095	68,08	20.956.087	76,00	2.438.512	7,92	64%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	790.802.966	3.712	2.859	4.179.706	73,21	15.595.536	76,00	593.964	2,79	73%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	1.344.720.236	4.025	3.059	6.896.546	77,85	26.007.674	76,00	-619.266	-1,85	79%	65.219.915
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	1.179.324.800	4.217	3.205	5.849.052	79,67	22.279.614	76,00	-1.027.226	-3,67	82%	112.867.802
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.596.949.853	4.252	3.104	7.430.503	76,64	28.783.129	76,00	-241.942	-0,64	74%	35.969.907
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.923.086.023	5.249	3.727	8.747.097	93,45	34.235.682	76,00	-6.391.998	-17,45	97%	661.240.155
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	2.379.991.231	6.326	4.365	9.951.019	107,09	40.288.737	76,00	-11.696.141	-31,09	114%	1.257.842.834
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.923.432.850	7.223	4.911	7.030.101	113,24	30.156.210	76,00	-9.917.030	-37,24	121%	1.134.301.814
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	2.051.337.533	11.737	7.981	6.169.022	163,40	28.558.908	76,00	-15.275.442	-87,40	193%	1.805.361.464
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		19.606.929.496	4.143	3.132	93.423.293	76,86	363.788.251		-4.087.996	-0,86		5.072.803.891

A 3.40 Detailergebnisse Szenario 20 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 4 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield			Überbauen: FTTC FTTS						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	3.687.838	2.145	1.781	25.463	50,18	86.260	76,00	44.379	25,82	37%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	29.358.249	2.335	1.915	188.626	53,55	673.372	76,00	282.243	22,45	42%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	30.392.473	2.289	1.877	189.959	51,78	687.464	76,00	321.497	24,22	39%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	60.039.318	2.524	2.019	359.938	54,42	1.294.358	76,00	513.226	21,58	43%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	95.815.351	2.973	2.349	532.805	61,02	1.966.642	76,00	482.630	14,98	54%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	103.319.128	2.744	2.140	583.387	59,71	2.248.669	76,00	613.251	16,29	51%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	160.153.256	3.032	2.365	864.231	64,76	3.420.610	76,00	593.832	11,24	60%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	183.543.599	3.400	2.618	986.426	68,08	3.675.549	76,00	427.698	7,92	64%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	149.405.559	3.712	2.859	789.667	73,21	2.946.448	76,00	112.217	2,79	73%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	273.633.971	4.025	3.059	1.403.362	77,85	5.292.241	76,00	-126.013	-1,85	79%	13.271.448
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	286.264.546	4.217	3.205	1.419.775	79,67	5.408.064	76,00	-249.345	-3,67	82%	27.397.075
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	478.413.508	4.252	3.104	2.226.027	76,64	8.622.837	76,00	-72.481	-0,64	74%	10.775.848
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	727.171.491	5.249	3.727	3.307.517	93,45	12.945.449	76,00	-2.416.990	-17,45	97%	250.033.011
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	1.038.438.376	6.326	4.365	4.341.831	107,09	17.578.792	76,00	-5.103.263	-31,09	114%	548.822.304
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	1.097.003.803	7.223	4.911	4.009.523	113,24	17.199.185	76,00	-5.656.044	-37,24	121%	646.933.634
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	1.522.926.558	11.737	7.981	4.579.923	163,40	21.202.322	76,00	-11.340.590	-87,40	193%	1.340.312.297
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		6.239.567.027	5.667	4.098	25.808.460	76,86	105.248.261		-21.573.753	-0,86		2.837.545.618

A 3.41 Detailergebnisse Szenario 21 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoMP 4 Faser PON

FTTH XGS.PON

Greenfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	356.835.980	2.850	2.366	1.724.092	47,13	5.900.613	76,00	3.613.869	28,87	31%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.013.985.072	3.338	2.737	4.350.605	52,03	15.803.029	76,00	7.280.797	23,97	39%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.116.706.995	3.901	3.199	4.362.619	56,20	16.087.683	76,00	5.669.351	19,80	47%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.389.864.159	4.244	3.395	4.684.448	54,75	17.927.302	76,00	6.960.144	21,25	43%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.842.021.943	5.739	4.534	5.110.153	64,03	20.553.290	76,00	3.841.743	11,97	59%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.885.135.849	5.947	4.639	5.439.738	67,98	21.548.604	76,00	2.541.721	8,02	65%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.413.696.974	6.732	5.251	5.931.937	68,43	24.533.291	76,00	2.713.813	7,57	66%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.255.908.307	7.329	5.643	5.506.845	73,98	22.772.663	76,00	621.936	2,02	74%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.747.121.267	8.202	6.315	4.083.017	79,99	17.040.306	76,00	-850.807	-3,99	84%	140.022.983
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	3.075.705.699	9.207	6.997	6.773.906	86,25	28.814.078	76,00	-3.425.670	-10,25	93%	558.091.431
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.872.413.278	10.272	7.807	5.912.842	91,70	25.643.433	76,00	-4.391.045	-15,70	102%	714.000.117
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	4.294.726.068	11.436	8.348	8.686.291	100,74	37.831.087	76,00	-9.289.900	-24,74	111%	1.492.425.203
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.947.280.190	13.504	9.588	9.029.257	111,47	40.837.058	76,00	-12.993.374	-35,47	124%	2.146.863.757
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.644.974.483	17.663	12.187	10.738.579	135,22	50.871.745	76,00	-22.279.149	-59,22	155%	3.825.570.993
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.529.453.157	20.764	14.119	8.583.650	157,25	41.877.414	76,00	-21.638.234	-81,25	184%	3.672.470.535
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.545.369.120	31.727	21.575	7.661.481	227,79	39.813.848	76,00	-26.530.382	-151,79	284%	4.524.728.012
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		46.931.198.539	9.916	7.497	98.579.458	90,40	427.855.443		-68.155.187	-14,40		17.074.173.032

A 3.42 Detailergebnisse Szenario 21 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 4 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield		Überbauen: FTTC FTTS							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	4.899.539	2.850	2.366	23.673	47,13	81.018	76,00	49.620	28,87	31%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	41.976.542	3.338	2.737	180.105	52,03	654.207	76,00	301.407	23,97	39%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	51.786.176	3.901	3.199	202.312	56,20	746.050	76,00	262.911	19,80	47%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	100.946.323	4.244	3.395	340.233	54,75	1.302.066	76,00	505.518	21,25	43%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	184.939.796	5.739	4.534	513.062	64,03	2.063.559	76,00	385.713	11,97	59%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	223.953.296	5.947	4.639	646.238	67,98	2.559.965	76,00	301.955	8,02	65%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	355.621.123	6.732	5.251	873.980	68,43	3.614.603	76,00	399.839	7,57	66%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	395.670.328	7.329	5.643	965.862	73,98	3.994.164	76,00	109.083	2,02	74%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	330.081.754	8.202	6.315	771.400	79,99	3.219.407	76,00	-160.742	-3,99	84%	26.454.393
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	625.868.149	9.207	6.997	1.378.406	86,25	5.863.309	76,00	-697.082	-10,25	93%	113.564.718
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	697.238.015	10.272	7.807	1.435.259	91,70	6.224.583	76,00	-1.065.865	-15,70	102%	173.313.509
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	1.286.612.075	11.436	8.348	2.602.235	100,74	11.333.420	76,00	-2.783.064	-24,74	111%	447.100.061
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	1.870.702.126	13.504	9.588	3.414.209	111,47	15.441.610	76,00	-4.913.151	-35,47	124%	811.787.981
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	2.899.336.947	17.663	12.187	4.685.459	135,22	22.196.372	76,00	-9.720.844	-59,22	155%	1.669.174.103
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	3.153.648.511	20.764	14.119	4.895.568	157,25	23.884.214	76,00	-12.341.073	-81,25	184%	2.094.543.693
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	4.116.918.728	31.727	21.575	5.687.934	227,79	29.558.064	76,00	-19.696.331	-151,79	284%	3.359.188.016
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		16.340.199.431	14.841	10.732	28.615.935	90,40	132.736.613		-49.062.105	-14,40		8.695.126.475

A 3.43 Detailergebnisse Szenario 22 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoMP 4 Faser PON

FTTH XGS.PON

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	236.901.229	1.892	1.571	1.646.336	44,43	5.562.411	76,00	3.952.072	31,57	26%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	642.391.615	2.115	1.734	4.116.829	48,53	14.739.856	76,00	8.343.971	27,47	33%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	655.982.165	2.291	1.879	4.097.016	51,80	14.829.671	76,00	6.927.363	24,20	39%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	729.661.926	2.228	1.783	4.319.490	47,70	15.619.601	76,00	9.267.846	28,30	31%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	844.720.664	2.632	2.079	4.587.157	53,27	17.098.283	76,00	7.296.749	22,73	41%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	870.392.768	2.746	2.142	4.911.569	59,73	18.934.440	76,00	5.155.884	16,27	51%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	987.931.070	2.756	2.149	5.214.827	58,45	20.956.680	76,00	6.290.424	17,55	49%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	927.715.581	3.014	2.321	4.845.907	59,31	18.258.412	76,00	5.136.187	16,69	50%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	698.240.343	3.278	2.524	3.572.968	63,34	13.492.358	76,00	2.697.142	12,66	57%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	1.189.792.685	3.562	2.707	5.880.647	67,29	22.480.093	76,00	2.908.315	8,71	62%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	1.059.705.633	3.790	2.880	5.066.981	69,95	19.560.604	76,00	1.691.783	6,05	67%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.597.826.912	4.255	3.106	7.431.615	76,66	28.790.870	76,00	-249.684	-0,66	75%	40.368.827
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.741.003.507	4.752	3.374	7.570.148	82,26	30.136.677	76,00	-2.292.993	-6,26	81%	266.211.892
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	2.198.789.814	5.844	4.033	8.767.594	96,25	36.211.407	76,00	-7.618.812	-20,25	99%	893.475.641
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.924.280.515	7.226	4.914	7.031.176	113,27	30.163.693	76,00	-9.924.513	-37,27	122%	1.137.960.675
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	2.052.183.335	11.741	7.984	6.170.095	163,44	28.566.374	76,00	-15.282.908	-87,44	193%	1.806.012.732
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		18.357.519.762	3.879	2.932	85.230.355	70,87	335.401.430		24.298.826	5,13		4.144.029.766

A 3.44 Detailergebnisse Szenario 22 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 4 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield		Überbauen: FTTC FTTS							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	3.252.774	1.892	1.571	22.605	44,43	76.375	76,00	54.264	31,57	26%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	26.593.467	2.115	1.734	170.427	48,53	610.195	76,00	345.420	27,47	33%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	30.420.520	2.291	1.879	189.995	51,80	687.711	76,00	321.250	24,20	39%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	52.995.603	2.228	1.783	313.726	47,70	1.134.457	76,00	673.127	28,30	31%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	84.810.318	2.632	2.079	460.553	53,27	1.716.675	76,00	732.597	22,73	41%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	103.402.272	2.746	2.142	583.492	59,73	2.249.403	76,00	612.517	16,27	51%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	145.556.447	2.756	2.149	768.325	58,45	3.087.644	76,00	926.797	17,55	49%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	162.714.738	3.014	2.321	849.938	59,31	3.202.396	76,00	900.851	16,69	50%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	131.917.802	3.278	2.524	675.037	63,34	2.549.097	76,00	509.568	12,66	57%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	242.108.127	3.562	2.707	1.196.639	67,29	4.574.422	76,00	591.806	8,71	62%	0
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	257.228.672	3.790	2.880	1.229.939	69,95	4.748.062	76,00	410.657	6,05	67%	0
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	478.676.257	4.255	3.106	2.226.360	76,66	8.625.156	76,00	-74.800	-0,66	75%	12.093.675
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	658.321.105	4.752	3.374	2.862.480	82,26	11.395.503	76,00	-867.044	-6,26	81%	100.662.007
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	959.376.528	5.844	4.033	3.825.479	96,25	15.799.770	76,00	-3.324.242	-20,25	99%	389.841.517
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	1.097.487.258	7.226	4.914	4.010.136	113,27	17.203.452	76,00	-5.660.311	-37,27	122%	649.020.416
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	1.523.554.488	11.741	7.984	4.580.719	163,44	21.207.865	76,00	-11.346.132	-87,44	193%	1.340.795.803
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		5.958.416.375	5.412	3.913	23.965.848	70,87	98.868.183		-15.193.676	5,13		2.492.413.418

A 3.45 Detailergebnisse Szenario 23 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 4 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield		OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/ Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]								
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	386.006.419	3.083	2.559	1.689.397	46,77	5.854.988	76,00	3.659.495	29,23	30%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.202.783.902	3.960	3.247	4.132.798	51,66	15.689.829	76,00	7.393.997	24,34	39%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.361.761.302	4.757	3.901	4.179.888	56,72	16.237.204	76,00	5.519.830	19,28	48%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.760.681.300	5.377	4.301	4.729.853	58,38	19.118.788	76,00	5.768.658	17,62	50%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	2.116.370.487	6.593	5.209	5.140.366	66,55	21.363.289	76,00	3.031.743	9,45	63%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	2.142.515.358	6.759	5.272	5.204.476	68,02	21.561.138	76,00	2.529.187	7,98	65%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.717.020.843	7.579	5.911	5.911.879	70,64	25.326.792	76,00	1.920.312	5,36	70%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.544.348.087	8.266	6.365	5.532.840	76,72	23.615.226	76,00	-220.627	-0,72	79%	58.456.651
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.847.547.173	8.673	6.678	3.819.282	77,32	16.470.536	76,00	-281.037	-1,32	80%	63.051.132
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	3.187.999.958	9.543	7.253	6.283.052	82,44	27.541.164	76,00	-2.152.756	-6,44	87%	393.515.449
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.915.096.796	10.425	7.923	5.497.291	87,31	24.416.054	76,00	-3.163.667	-11,31	95%	555.605.397
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	4.217.022.460	11.229	8.197	7.856.246	92,98	34.918.820	76,00	-6.377.633	-16,98	100%	1.126.577.524
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.859.717.397	13.265	9.418	8.271.874	104,10	38.138.256	76,00	-10.294.572	-28,10	113%	1.824.631.664
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.571.087.424	17.466	12.052	10.165.139	129,75	48.813.167	76,00	-20.220.571	-53,75	147%	3.624.135.908
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.886.143.892	22.103	15.030	8.058.741	154,68	41.193.148	76,00	-20.953.968	-78,68	180%	3.817.325.218
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.704.925.248	32.640	22.195	6.958.490	217,52	38.018.195	76,00	-24.734.730	-141,52	270%	4.509.583.425
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		49.421.028.043	10.442	7.894	93.431.612	88,38	418.276.594		-58.576.339	-12,38		15.972.882.369

A 3.46 Detailergebnisse Szenario 23 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 4 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield			Überbauen: FTTC						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	4.936.661	3.083	2.559	21.606	46,77	74.880	76,00	46.802	29,23	30%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	27.185.446	3.960	3.247	93.410	51,66	354.623	76,00	167.120	24,34	39%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	38.397.270	4.757	3.901	117.859	56,72	457.837	76,00	155.641	19,28	48%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	72.090.495	5.377	4.301	193.662	58,38	782.812	76,00	236.196	17,62	50%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	78.193.299	6.593	5.209	189.921	66,55	789.307	76,00	112.013	9,45	63%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	105.216.715	6.759	5.272	255.586	68,02	1.058.845	76,00	124.206	7,98	65%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	157.423.041	7.579	5.911	342.532	70,64	1.467.424	76,00	111.262	5,36	70%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	165.986.523	8.266	6.365	360.948	76,72	1.540.595	76,00	-14.393	-0,72	79%	3.813.557
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	139.209.326	8.673	6.678	287.776	77,32	1.241.025	76,00	-21.176	-1,32	80%	4.750.788
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	240.468.976	9.543	7.253	473.927	82,44	2.077.414	76,00	-162.381	-6,44	87%	29.682.641
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	232.166.386	10.425	7.923	437.819	87,31	1.944.562	76,00	-251.963	-11,31	95%	44.249.953
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	475.705.178	11.229	8.197	886.231	92,98	3.939.050	76,00	-719.435	-16,98	100%	127.084.635
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	786.831.838	13.265	9.418	1.339.291	104,10	6.174.926	76,00	-1.666.784	-28,10	113%	295.424.233
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	1.386.457.459	17.466	12.052	2.144.779	129,75	10.299.266	76,00	-4.266.411	-53,75	147%	764.669.519
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	1.768.390.761	22.103	15.030	2.421.110	154,68	12.375.773	76,00	-6.295.260	-78,68	180%	1.146.849.750
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	2.447.209.689	32.640	22.195	2.984.944	217,52	16.308.451	76,00	-10.610.318	-141,52	270%	1.934.450.632
Σ Ø	692.425			497.788		8.125.869.063	16.324	11.735	12.551.402	88,38	60.886.791		-23.054.881	-12,38		4.350.975.709

A 3.47 Detailergebnisse Szenario 24 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 4 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield		OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/ Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]								
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	225.465.022	1.801	1.495	1.588.448	45,93	5.750.488	76,00	3.763.995	30,07	29%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	626.881.337	2.064	1.692	3.787.070	48,62	14.766.794	76,00	8.317.032	27,38	33%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	650.005.737	2.271	1.862	3.795.287	53,17	15.221.258	76,00	6.535.776	22,83	41%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	766.479.366	2.341	1.873	4.210.935	50,95	16.684.107	76,00	8.203.340	25,05	37%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	853.554.432	2.659	2.101	4.501.838	61,26	19.664.183	76,00	4.730.850	14,74	54%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	861.083.344	2.717	2.119	4.562.271	62,57	19.832.204	76,00	4.258.121	13,43	56%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	1.010.230.044	2.818	2.198	5.077.530	64,42	23.097.170	76,00	4.149.933	11,58	59%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	940.005.295	3.054	2.351	4.760.647	69,80	21.486.259	76,00	1.908.340	6,20	67%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	650.835.901	3.055	2.353	3.252.084	69,85	14.880.336	76,00	1.309.163	6,15	67%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	1.093.660.722	3.274	2.488	5.312.871	67,77	22.637.999	76,00	2.750.409	8,23	63%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	975.016.488	3.487	2.650	4.603.550	78,52	21.958.428	76,00	-706.041	-2,52	81%	93.501.696
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.410.584.029	3.756	2.742	6.562.010	75,48	28.344.610	76,00	196.577	0,52	73%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.569.457.593	4.284	3.042	6.782.124	83,53	30.602.494	76,00	-2.758.810	-7,53	83%	345.732.695
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	2.066.263.490	5.492	3.790	8.173.225	101,95	38.353.828	76,00	-9.761.233	-25,95	107%	1.189.789.828
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.851.957.064	6.954	4.729	6.362.948	121,42	32.334.938	76,00	-12.095.758	-45,42	133%	1.504.310.017
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.920.962.290	10.991	7.474	5.381.325	168,95	29.529.996	76,00	-16.246.531	-92,95	201%	2.090.674.640
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		17.472.442.154	3.692	2.791	78.714.162	75,04	355.145.092		4.555.164	0,96		5.224.008.876

A 3.48 Detailergebnisse Szenario 24 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoMP 4 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield			Überbauen: FTTC						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	2.883.486	1.801	1.495	20.315	45,93	73.543	76,00	48.138	30,07	29%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	14.168.837	2.064	1.692	85.596	48,62	333.761	76,00	187.982	27,38	33%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	18.328.062	2.271	1.862	107.015	53,17	429.190	76,00	184.288	22,83	41%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	31.383.236	2.341	1.873	172.415	50,95	683.125	76,00	335.883	25,05	37%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	31.536.178	2.659	2.101	166.329	61,26	726.530	76,00	174.790	14,74	54%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	42.286.913	2.717	2.119	224.048	62,57	973.939	76,00	209.112	13,43	56%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	58.532.302	2.818	2.198	294.190	64,42	1.338.240	76,00	240.445	11,58	59%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	61.323.453	3.054	2.351	310.572	69,80	1.401.707	76,00	124.495	6,20	67%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	49.039.304	3.055	2.353	245.039	69,85	1.121.206	76,00	98.643	6,15	67%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	82.494.190	3.274	2.488	400.747	67,77	1.707.571	76,00	207.462	8,23	63%	0
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	77.653.015	3.487	2.650	366.639	78,52	1.748.830	76,00	-56.231	-2,52	81%	7.446.734
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	159.122.256	3.756	2.742	740.234	75,48	3.197.440	76,00	22.175	0,52	73%	0
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	254.109.262	4.284	3.042	1.098.087	83,53	4.954.818	76,00	-446.676	-7,53	83%	55.977.225
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	435.968.393	5.492	3.790	1.724.498	101,95	8.092.413	76,00	-2.059.558	-25,95	107%	251.038.051
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	556.388.669	6.954	4.729	1.911.638	121,42	9.714.476	76,00	-3.633.963	-45,42	133%	451.944.088
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	824.024.387	10.991	7.474	2.308.397	168,95	12.667.316	76,00	-6.969.183	-92,95	201%	896.824.939
Σ Ø	692.425			497.788		2.699.241.944	5.422	3.898	10.175.758	75,04	49.164.107		-11.332.197	0,96		1.663.231.037

A 3.49 Detailergebnisse Szenario 25 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser PON

FTTH XGS.PON

Greenfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	359.572.587	2.872	2.384	1.636.835	45,06	5.641.122	76,00	3.873.360	30,94	28%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.107.140.974	3.645	2.989	3.907.751	48,65	14.775.981	76,00	8.307.846	27,35	34%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.244.300.172	4.346	3.564	3.880.741	52,52	15.034.708	76,00	6.722.325	23,48	41%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.646.026.532	5.027	4.021	4.632.239	56,62	18.542.271	76,00	6.345.176	19,38	47%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.942.163.801	6.051	4.780	4.834.399	62,25	19.980.885	76,00	4.414.148	13,75	56%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.956.219.761	6.171	4.814	4.815.274	62,76	19.892.398	76,00	4.197.927	13,24	56%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.523.104.049	7.038	5.489	5.745.695	67,83	24.318.213	76,00	2.928.890	8,17	65%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.327.950.380	7.563	5.823	5.120.786	70,80	21.793.533	76,00	1.601.066	5,20	69%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.718.654.119	8.068	6.212	3.708.735	74,18	15.802.506	76,00	386.993	1,82	75%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	2.966.847.691	8.881	6.750	6.093.355	78,98	26.383.993	76,00	-995.585	-2,98	81%	195.749.090
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.705.491.865	9.675	7.353	5.317.189	83,38	23.316.276	76,00	-2.063.888	-7,38	88%	359.248.148
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	3.928.896.280	10.462	7.637	7.609.127	88,94	33.399.334	76,00	-4.858.147	-12,94	93%	823.756.912
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.519.607.214	12.336	8.759	7.979.467	99,16	36.330.132	76,00	-8.486.448	-23,16	106%	1.486.568.288
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.134.479.777	16.306	11.251	9.660.076	122,56	46.108.968	76,00	-17.516.373	-46,56	136%	3.084.399.057
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.528.559.401	20.760	14.117	7.750.865	147,51	39.283.156	76,00	-19.043.976	-71,51	169%	3.434.500.297
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.422.251.707	31.023	21.096	6.644.895	207,83	36.324.365	76,00	-23.040.899	-131,83	254%	4.184.894.028
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		46.031.266.311	9.726	7.353	89.337.430	83,87	396.927.842		-37.227.586	-7,87		13.569.115.820

A 3.50 Detailergebnisse Szenario 25 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield		Überbauen: FTTC FTTS							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	4.937.114	2.872	2.384	22.475	45,06	77.455	76,00	53.183	30,94	28%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	45.832.973	3.645	2.989	161.771	48,65	611.690	76,00	343.925	27,35	34%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	57.703.183	4.346	3.564	179.966	52,52	697.220	76,00	311.741	23,48	41%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	119.551.487	5.027	4.021	336.441	56,62	1.346.732	76,00	460.852	19,38	47%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	194.994.081	6.051	4.780	485.376	62,25	2.006.089	76,00	443.182	13,75	56%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	232.398.033	6.171	4.814	572.052	62,76	2.363.208	76,00	498.712	13,24	56%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	371.740.572	7.038	5.489	846.540	67,83	3.582.915	76,00	431.527	8,17	65%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	408.305.997	7.563	5.823	898.150	70,80	3.822.431	76,00	280.816	5,20	69%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	324.703.486	8.068	6.212	700.687	74,18	2.985.551	76,00	73.114	1,82	75%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	603.716.888	8.881	6.750	1.239.923	78,98	5.368.817	76,00	-202.589	-2,98	81%	39.832.524
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	656.720.185	9.675	7.353	1.290.673	83,38	5.659.699	76,00	-500.980	-7,38	88%	87.202.447
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	1.177.016.955	10.462	7.637	2.279.539	88,94	10.005.757	76,00	-1.455.402	-12,94	93%	246.780.720
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	1.708.987.262	12.336	8.759	3.017.255	99,16	13.737.418	76,00	-3.208.958	-23,16	106%	562.112.181
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	2.676.597.768	16.306	11.251	4.214.887	122,56	20.118.277	76,00	-7.642.748	-46,56	136%	1.345.785.777
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	3.153.138.770	20.760	14.117	4.420.601	147,51	22.404.614	76,00	-10.861.473	-71,51	169%	1.958.820.600
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	4.025.515.547	31.023	21.096	4.933.214	207,83	26.967.449	76,00	-17.105.716	-131,83	254%	3.106.893.018
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		15.761.860.301	14.316	10.352	25.599.549	83,87	121.755.322		-38.080.814	-7,87		7.347.427.266

A 3.51 Detailergebnisse Szenario 26 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield		OPEX [CHF/Monat]	Kosten/ Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/ Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/ Subscriber [CHF]	Invest/ Anschluss [CHF]								
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	192.720.311	1.539	1.278	1.498.429	39,63	4.961.269	76,00	4.553.213	36,37	18%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	510.177.040	1.680	1.377	3.438.540	40,83	12.401.071	76,00	10.682.755	35,17	20%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	508.334.127	1.776	1.456	3.383.669	42,94	12.294.140	76,00	9.462.894	33,06	24%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	622.403.767	1.901	1.521	3.968.447	45,16	14.789.998	76,00	10.097.449	30,84	27%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	646.169.145	2.013	1.590	4.026.070	47,68	15.305.460	76,00	9.089.572	28,32	32%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	640.597.678	2.021	1.576	4.007.641	47,88	15.176.118	76,00	8.914.207	28,12	32%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	773.035.424	2.156	1.682	4.701.623	50,53	18.114.592	76,00	9.132.511	25,47	36%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	683.304.136	2.220	1.709	4.162.552	52,04	16.019.521	76,00	7.375.078	23,96	38%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	492.921.228	2.314	1.782	3.012.449	54,18	11.541.857	76,00	4.647.642	21,82	42%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	824.481.939	2.468	1.876	4.915.656	56,97	19.029.621	76,00	6.358.787	19,03	46%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	719.520.203	2.573	1.956	4.222.744	58,97	16.490.557	76,00	4.761.830	17,03	49%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.055.139.258	2.810	2.051	6.036.566	62,68	23.538.751	76,00	5.002.435	13,32	53%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.145.642.037	3.127	2.220	6.157.971	67,74	24.819.318	76,00	3.024.366	8,26	59%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	1.511.476.903	4.018	2.772	7.274.481	81,29	30.583.010	76,00	-1.990.414	-5,29	77%	225.730.935
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.361.588.906	5.113	3.477	5.708.364	95,90	25.538.987	76,00	-5.299.807	-19,90	97%	605.503.064
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.495.630.881	8.557	5.819	4.763.078	134,37	23.486.242	76,00	-10.202.776	-58,37	151%	1.225.985.555
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		13.183.142.982	2.785	2.106	71.278.280	60,02	284.090.512		75.609.743	15,98		2.057.219.554

A 3.52 Detailergebnisse Szenario 26 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield		Überbauen: FTTC FTTS							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	2.646.148	1.539	1.278	20.574	39,63	68.121	76,00	62.518	36,37	18%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	21.120.102	1.680	1.377	142.347	40,83	513.375	76,00	442.240	35,17	20%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	23.573.490	1.776	1.456	156.914	42,94	570.129	76,00	438.832	33,06	24%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	45.205.405	1.901	1.521	288.230	45,16	1.074.203	76,00	733.381	30,84	27%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	64.875.660	2.013	1.590	404.219	47,68	1.536.675	76,00	912.597	28,32	32%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	76.102.718	2.021	1.576	476.106	47,88	1.802.916	76,00	1.059.004	28,12	32%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	113.894.879	2.156	1.682	692.712	50,53	2.668.907	76,00	1.345.535	25,47	36%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	119.846.703	2.220	1.709	730.082	52,04	2.809.710	76,00	1.293.536	23,96	38%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	93.127.081	2.314	1.782	569.139	54,18	2.180.591	76,00	878.074	21,82	42%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	167.771.899	2.468	1.876	1.000.275	56,97	3.872.293	76,00	1.293.935	19,03	46%	0
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	174.653.432	2.573	1.956	1.025.012	58,97	4.002.851	76,00	1.155.867	17,03	49%	0
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	316.098.137	2.810	2.051	1.808.432	62,68	7.051.728	76,00	1.498.627	13,32	53%	0
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	433.198.629	3.127	2.220	2.328.498	67,74	9.384.864	76,00	1.143.595	8,26	59%	0
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	659.487.985	4.018	2.772	3.174.003	81,29	13.343.986	76,00	-868.458	-5,29	77%	98.490.979
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	776.563.741	5.113	3.477	3.255.688	95,90	14.565.814	76,00	-3.022.673	-19,90	97%	345.340.449
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	1.110.366.263	8.557	5.819	3.536.140	134,37	17.436.341	76,00	-7.574.609	-58,37	151%	910.179.789
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		4.198.532.270	3.813	2.758	19.608.371	60,02	82.882.504		792.004	15,98		1.354.011.216

A 3.53 Detailergebnisse Szenario 27 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser PON

FTTH XGS.PON

Greenfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	351.097.765	2.805	2.328	1.583.969	43,59	5.456.722	76,00	4.057.761	32,41	25%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.089.400.083	3.587	2.941	3.796.232	47,37	14.387.567	76,00	8.696.260	28,63	32%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.235.441.600	4.316	3.539	3.823.305	51,82	14.835.323	76,00	6.921.711	24,18	40%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.620.092.442	4.947	3.958	4.470.595	54,90	17.978.514	76,00	6.908.932	21,10	44%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.922.645.253	5.990	4.732	4.712.609	60,93	19.557.198	76,00	4.837.834	15,07	54%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.945.518.044	6.138	4.787	4.748.562	62,03	19.662.244	76,00	4.428.081	13,97	55%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.496.424.954	6.963	5.431	5.580.475	66,22	23.742.591	76,00	3.504.513	9,78	62%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.317.868.424	7.530	5.798	5.055.418	70,06	21.566.612	76,00	1.827.987	5,94	68%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.702.423.048	7.992	6.154	3.606.144	72,50	15.444.127	76,00	745.372	3,50	72%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	2.939.711.046	8.800	6.688	5.922.041	77,19	25.785.362	76,00	-396.954	-1,19	78%	95.230.452
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.684.615.288	9.600	7.296	5.185.371	81,73	22.855.678	76,00	-1.603.291	-5,73	86%	297.285.799
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	3.893.210.195	10.367	7.568	7.383.890	86,84	32.612.237	76,00	-4.071.051	-10,84	90%	727.387.595
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.488.413.062	12.251	8.698	7.782.498	97,29	35.641.891	76,00	-7.798.207	-21,29	103%	1.376.135.452
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.111.001.249	16.243	11.208	9.509.882	121,17	45.585.860	76,00	-16.993.264	-45,17	134%	3.004.547.138
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.502.909.732	20.664	14.051	7.588.967	145,39	38.717.405	76,00	-18.478.225	-69,39	166%	3.355.008.085
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.406.056.367	30.930	21.033	6.560.494	206,20	36.040.952	76,00	-22.757.486	-130,20	252%	4.117.699.469
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		45.706.828.554	9.657	7.301	87.310.452	82,37	389.870.284		-30.170.028	-6,37		12.973.293.989

A 3.54 Detailergebnisse Szenario 27 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield			Überbauen: FTTC FTTS						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	4.820.751	2.805	2.328	21.749	43,59	74.924	76,00	55.715	32,41	25%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	45.098.542	3.587	2.941	157.155	47,37	595.611	76,00	360.004	28,63	32%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	57.292.375	4.316	3.539	177.302	51,82	687.973	76,00	320.987	24,18	40%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	117.667.885	4.947	3.958	324.701	54,90	1.305.786	76,00	501.798	21,10	44%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	193.034.411	5.990	4.732	473.148	60,93	1.963.551	76,00	485.721	15,07	54%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	231.126.674	6.138	4.787	564.127	62,03	2.335.866	76,00	526.054	13,97	55%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	367.809.818	6.963	5.431	822.197	66,22	3.498.106	76,00	516.336	9,78	62%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	406.537.694	7.530	5.798	886.684	70,06	3.782.631	76,00	320.616	5,94	68%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	321.636.968	7.992	6.154	681.305	72,50	2.917.842	76,00	140.822	3,50	72%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	598.194.915	8.800	6.688	1.205.062	77,19	5.247.003	76,00	-80.775	-1,19	78%	19.378.222
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	651.652.689	9.600	7.296	1.258.676	81,73	5.547.895	76,00	-389.176	-5,73	86%	72.161.956
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	1.166.326.133	10.367	7.568	2.212.063	86,84	9.769.959	76,00	-1.219.604	-10,84	90%	217.910.444
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	1.697.191.899	12.251	8.698	2.942.776	97,29	13.477.175	76,00	-2.948.716	-21,29	103%	520.354.501
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	2.666.353.611	16.243	11.208	4.149.354	121,17	19.890.034	76,00	-7.414.505	-45,17	134%	1.310.944.767
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	3.138.509.829	20.664	14.051	4.328.264	145,39	22.081.946	76,00	-10.538.805	-69,39	166%	1.913.483.296
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	4.013.492.019	30.930	21.033	4.870.554	206,20	26.757.041	76,00	-16.895.308	-130,20	252%	3.057.007.333
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		15.676.746.213	14.239	10.296	25.075.117	82,37	119.933.342		-36.258.835	-6,37		7.111.240.519

A 3.55 Detailergebnisse Szenario 28 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser PON

FTTH XGS.PON

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]				Subscriber [CHF/Monat]		
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	184.245.489	1.472	1.222	1.445.563	38,16	4.776.869	76,00	4.737.614	37,84	16%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	492.436.149	1.621	1.329	3.327.022	39,55	12.012.658	76,00	11.071.169	36,45	18%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	499.475.556	1.745	1.431	3.326.232	42,25	12.094.755	76,00	9.662.279	33,75	23%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	596.469.678	1.821	1.457	3.806.802	43,44	14.226.241	76,00	10.661.205	32,56	24%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	626.650.598	1.952	1.542	3.904.279	46,36	14.881.774	76,00	9.513.259	29,64	29%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	629.895.961	1.987	1.550	3.940.929	47,15	14.945.964	76,00	9.144.361	28,85	30%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	746.356.330	2.082	1.624	4.536.404	48,92	17.538.970	76,00	9.708.134	27,08	34%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	673.222.180	2.187	1.684	4.097.183	51,30	15.792.600	76,00	7.601.999	24,70	37%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	476.690.158	2.238	1.723	2.909.859	52,50	11.183.478	76,00	5.006.021	23,50	39%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	797.345.293	2.387	1.814	4.744.341	55,17	18.430.990	76,00	6.957.418	20,83	43%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	698.643.626	2.498	1.899	4.090.925	57,32	16.029.960	76,00	5.222.428	18,68	47%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.019.453.172	2.715	1.982	5.811.330	60,58	22.751.654	76,00	5.789.532	15,42	50%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.114.447.884	3.042	2.160	5.961.003	65,87	24.131.077	76,00	3.712.607	10,13	57%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	1.487.998.375	3.955	2.729	7.124.287	79,90	30.059.901	76,00	-1.467.305	-3,90	75%	170.658.813
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.335.939.237	5.017	3.411	5.546.466	93,78	24.973.236	76,00	-4.734.056	-17,78	94%	547.420.485
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.479.435.541	8.464	5.756	4.678.676	132,75	23.202.829	76,00	-9.919.363	-56,75	148%	1.210.890.434
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		12.858.705.225	2.717	2.054	69.251.302	58,53	277.032.954		82.667.302	17,47		1.928.969.732

A 3.56 Detailergebnisse Szenario 28 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield		Überbauen: FTTC FTTS							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	2.071	0%	83%	1.719	0%	2.529.784	1.472	1.222	19.848	38,16	65.589	76,00	65.050	37,84	16%	0
2	15.334	1%	82%	12.574	1%	20.385.672	1.621	1.329	137.731	39,55	497.295	76,00	458.320	36,45	18%	0
3	16.190	2%	82%	13.276	3%	23.162.682	1.745	1.431	154.251	42,25	560.882	76,00	448.079	33,75	23%	0
4	29.730	4%	80%	23.784	5%	43.321.803	1.821	1.457	276.489	43,44	1.033.257	76,00	774.327	32,56	24%	0
5	40.794	7%	79%	32.227	8%	62.915.990	1.952	1.542	391.991	46,36	1.494.136	76,00	955.135	29,64	29%	0
6	48.278	10%	78%	37.657	11%	74.831.359	1.987	1.550	468.181	47,15	1.775.574	76,00	1.086.346	28,85	30%	0
7	67.720	14%	78%	52.822	16%	109.964.125	2.082	1.624	668.369	48,92	2.584.097	76,00	1.430.344	27,08	34%	0
8	70.117	19%	77%	53.990	21%	118.078.399	2.187	1.684	718.617	51,30	2.769.910	76,00	1.333.337	24,70	37%	0
9	52.267	22%	77%	40.246	24%	90.060.562	2.238	1.723	549.756	52,50	2.112.883	76,00	945.782	23,50	39%	0
10	89.443	28%	76%	67.977	31%	162.249.926	2.387	1.814	965.415	55,17	3.750.479	76,00	1.415.749	20,83	43%	0
11	89.313	34%	76%	67.878	37%	169.585.936	2.498	1.899	993.015	57,32	3.891.048	76,00	1.267.671	18,68	47%	0
12	154.116	44%	73%	112.505	47%	305.407.316	2.715	1.982	1.740.956	60,58	6.815.930	76,00	1.734.425	15,42	50%	0
13	195.116	57%	71%	138.532	60%	421.403.265	3.042	2.160	2.254.018	65,87	9.124.621	76,00	1.403.838	10,13	57%	0
14	237.901	73%	69%	164.152	74%	649.243.827	3.955	2.729	3.108.471	79,90	13.115.744	76,00	-640.215	-3,90	75%	74.461.897
15	223.358	87%	68%	151.883	88%	761.934.800	5.017	3.411	3.163.352	93,78	14.243.146	76,00	-2.700.005	-17,78	94%	312.213.839
16	190.823	100%	68%	129.760	100%	1.098.342.735	8.464	5.756	3.473.480	132,75	17.225.934	76,00	-7.364.201	-56,75	148%	898.973.070
Σ Ø	1.522.571			1.100.980		4.113.418.182	3.736	2.702	19.083.940	58,53	81.060.525		2.613.983	17,47		1.285.648.806

A 3.57 Detailergebnisse Szenario 29 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser PON

FTTH XGS.PON

Greenfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	348.402.993	2.783	2.310	1.566.497	43,10	5.396.069	76,00	4.118.413	32,90	24%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	1.080.857.565	3.559	2.918	3.740.845	46,74	14.195.295	76,00	8.888.531	29,26	31%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	1.226.282.878	4.284	3.513	3.765.608	51,13	14.635.938	76,00	7.121.096	24,87	38%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	1.607.311.697	4.908	3.927	4.389.933	54,04	17.696.636	76,00	7.190.811	21,96	43%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	1.913.326.967	5.961	4.709	4.652.192	60,27	19.347.466	76,00	5.047.567	15,73	53%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	1.935.292.428	6.105	4.762	4.682.262	61,30	19.432.090	76,00	4.658.235	14,70	54%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	2.483.375.207	6.927	5.403	5.498.117	65,42	23.454.780	76,00	3.792.324	10,58	61%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	2.307.786.468	7.497	5.773	4.990.049	69,32	21.339.692	76,00	2.054.907	6,68	67%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	1.694.307.513	7.954	6.124	3.554.849	71,66	15.264.938	76,00	924.562	4,34	70%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	2.926.142.723	8.759	6.657	5.836.384	76,29	25.486.047	76,00	-97.639	-0,29	77%	32.827.797
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	2.674.177.000	9.563	7.268	5.119.461	80,91	22.625.379	76,00	-1.372.992	-4,91	84%	263.650.457
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	3.875.367.152	10.319	7.533	7.271.272	85,79	32.218.689	76,00	-3.677.502	-9,79	88%	639.136.127
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	4.472.815.985	12.209	8.668	7.684.014	96,35	35.297.770	76,00	-7.454.086	-20,35	101%	1.319.441.505
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	6.087.128.593	16.180	11.164	9.359.189	119,77	45.059.272	76,00	-16.466.676	-43,77	132%	2.987.842.990
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	5.490.084.897	20.616	14.019	7.508.019	144,33	38.434.529	76,00	-18.195.349	-68,33	165%	3.346.172.496
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	5.393.131.571	30.856	20.982	6.478.838	204,57	35.755.672	76,00	-22.472.207	-128,57	250%	4.104.775.859
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		45.515.791.638	9.617	7.271	86.097.528	81,48	385.640.262		-25.940.006	-5,48		12.693.847.232

A 3.58 Detailergebnisse Szenario 29 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Greenfield		Überbauen: FTTC							
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	4.455.748	2.783	2.310	20.034	43,10	69.011	76,00	52.671	32,90	24%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	24.429.655	3.559	2.918	84.551	46,74	320.844	76,00	200.900	29,26	31%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	34.577.216	4.284	3.513	106.178	51,13	412.686	76,00	200.792	24,87	38%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	65.810.829	4.908	3.927	179.744	54,04	724.583	76,00	294.425	21,96	43%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	70.691.473	5.961	4.709	171.884	60,27	714.829	76,00	186.492	15,73	53%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	95.040.211	6.105	4.762	229.941	61,30	954.290	76,00	228.761	14,70	54%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	143.885.712	6.927	5.403	318.559	65,42	1.358.960	76,00	219.726	10,58	61%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	150.553.870	7.497	5.773	325.538	69,32	1.392.145	76,00	134.057	6,68	67%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	127.662.996	7.954	6.124	267.851	71,66	1.150.185	76,00	69.664	4,34	70%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	220.717.238	8.759	6.657	440.235	76,29	1.922.398	76,00	-7.365	-0,29	77%	2.476.182
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	212.978.866	9.563	7.268	407.728	80,91	1.801.948	76,00	-109.349	-4,91	84%	20.997.853
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	437.164.430	10.319	7.533	820.243	85,79	3.634.459	76,00	-414.844	-9,79	88%	72.098.351
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	724.189.029	12.209	8.668	1.244.111	96,35	5.715.026	76,00	-1.206.883	-20,35	101%	213.629.415
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	1.284.345.238	16.180	11.164	1.974.729	119,77	9.507.218	76,00	-3.474.364	-43,77	132%	630.415.779
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	1.649.401.644	20.616	14.019	2.255.655	144,33	11.546.994	76,00	-5.466.480	-68,33	165%	1.005.300.013
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	2.313.461.310	30.856	20.982	2.779.191	204,57	15.337.910	76,00	-9.639.776	-128,57	250%	1.760.802.608
Σ Ø	692.425			497.788		7.559.365.463	15.186	10.917	11.626.171	81,48	56.563.484		-18.731.574	-5,48		3.705.720.200

A 3.59 Detailergebnisse Szenario 30 ohne Berücksichtigung vorhandener Ausbau

FTTH PtoP 1 Faser PON

FTTH XGS.PON

Brownfield

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/	Invest/	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/	Kosten	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
							Subscriber [CHF]	Anschluss [CHF]		Subscriber [CHF/Monat]	Subscriber [CHF/Monat]					
1	150.832	2%	83%	125.191	3%	181.550.717	1.450	1.204	1.428.091	37,67	4.716.216	76,00	4.798.267	38,33	15%	0
2	370.408	8%	82%	303.735	9%	483.893.631	1.593	1.306	3.271.634	38,92	11.820.386	76,00	11.263.441	37,08	17%	0
3	349.118	14%	82%	286.277	15%	490.316.834	1.713	1.404	3.268.536	41,55	11.895.370	76,00	9.861.664	34,45	21%	0
4	409.333	20%	80%	327.466	22%	583.688.933	1.782	1.426	3.726.141	42,58	13.944.363	76,00	10.943.084	33,42	23%	0
5	406.313	27%	79%	320.987	29%	617.332.311	1.923	1.519	3.843.862	45,71	14.672.041	76,00	9.722.991	30,29	28%	0
6	406.382	33%	78%	316.978	36%	619.670.344	1.955	1.525	3.874.629	46,43	14.715.809	76,00	9.374.515	29,57	29%	0
7	459.634	41%	78%	358.515	43%	733.306.582	2.045	1.595	4.454.045	48,12	17.251.159	76,00	9.995.945	27,88	32%	0
8	399.771	47%	77%	307.824	50%	663.140.224	2.154	1.659	4.031.815	50,57	15.565.679	76,00	7.828.920	25,43	36%	0
9	276.649	52%	77%	213.020	54%	468.574.623	2.200	1.694	2.858.563	51,66	11.004.288	76,00	5.185.211	24,34	38%	0
10	439.550	59%	76%	334.058	61%	783.776.971	2.346	1.783	4.658.684	54,28	18.131.675	76,00	7.256.733	21,72	42%	0
11	367.943	64%	76%	279.637	67%	688.205.337	2.461	1.870	4.025.016	56,50	15.799.661	76,00	5.452.727	19,50	46%	0
12	514.441	73%	73%	375.542	75%	1.001.610.130	2.667	1.947	5.698.712	59,54	22.358.106	76,00	6.183.081	16,46	49%	0
13	516.006	81%	71%	366.364	83%	1.098.850.808	2.999	2.130	5.862.518	64,93	23.786.956	76,00	4.056.728	11,07	55%	0
14	545.244	90%	69%	376.218	91%	1.464.125.719	3.892	2.685	6.973.593	78,50	29.533.313	76,00	-940.718	-2,50	73%	116.967.814
15	391.625	96%	68%	266.305	96%	1.323.114.403	4.968	3.379	5.465.517	92,71	24.690.361	76,00	-4.451.181	-16,71	92%	523.952.389
16	257.033	100%	68%	174.782	100%	1.466.510.746	8.390	5.706	4.597.021	131,12	22.917.549	76,00	-9.634.084	-55,12	146%	1.183.244.762
Σ Ø	6.260.282			4.732.898		12.667.668.310	2.677	2.023	68.038.378	57,64	272.802.932		86.897.323	18,36		1.824.164.964

A 3.60 Detailergebnisse Szenario 30 mit Berücksichtigung vorhandener Ausbau

Cluster	FTTH PtoP 1 Faser PON				FTTH XGS.PON		Brownfield			Überbauen: FTTC						
	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [CHF]	Invest/Subscriber [CHF]	Invest/Anschluss [CHF]	OPEX [CHF/Monat]	Kosten/Subscriber [CHF/Monat]	Kosten [CHF/Monat]	ARPU [CHF/Monat]	Profit Loss [CHF/Monat]	Profit Loss/Subscriber [CHF/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [CHF]
1	1.929	0%	83%	1.601	0%	2.321.864	1.450	1.204	18.264	37,67	60.316	76,00	61.365	38,33	15%	0
2	8.372	1%	82%	6.865	2%	10.937.014	1.593	1.306	73.946	38,92	267.166	76,00	254.577	37,08	17%	0
3	9.844	3%	82%	8.072	3%	13.825.351	1.713	1.404	92.162	41,55	335.411	76,00	278.067	34,45	21%	0
4	16.760	5%	80%	13.408	6%	23.898.944	1.782	1.426	152.566	42,58	570.947	76,00	448.061	33,42	23%	0
5	15.012	7%	79%	11.859	8%	22.808.506	1.923	1.519	142.019	45,71	542.086	76,00	359.234	30,29	28%	0
6	19.957	10%	78%	15.566	12%	30.431.370	1.955	1.525	190.279	46,43	722.678	76,00	460.373	29,57	29%	0
7	26.631	14%	78%	20.772	16%	42.487.474	2.045	1.595	258.065	48,12	999.525	76,00	579.161	27,88	32%	0
8	26.080	18%	77%	20.082	20%	43.261.510	2.154	1.659	263.025	50,57	1.015.464	76,00	510.738	25,43	36%	0
9	20.845	21%	77%	16.051	23%	35.306.247	2.200	1.694	215.388	51,66	829.153	76,00	390.696	24,34	38%	0
10	33.155	26%	76%	25.198	28%	59.119.840	2.346	1.783	351.402	54,28	1.367.662	76,00	547.371	21,72	42%	0
11	29.304	30%	76%	22.271	32%	54.810.580	2.461	1.870	320.563	56,50	1.258.329	76,00	434.270	19,50	46%	0
12	58.032	38%	73%	42.363	41%	112.987.571	2.667	1.947	642.849	59,54	2.522.127	76,00	697.488	16,46	49%	0
13	83.546	50%	71%	59.318	53%	177.913.803	2.999	2.130	949.194	64,93	3.851.322	76,00	656.821	11,07	55%	0
14	115.043	67%	69%	79.380	69%	308.921.171	3.892	2.685	1.471.384	78,50	6.231.340	76,00	-198.485	-2,50	73%	24.679.461
15	117.657	84%	68%	80.007	85%	397.506.981	4.968	3.379	1.642.021	92,71	7.417.794	76,00	-1.337.281	-16,71	92%	157.412.489
16	110.258	100%	68%	74.975	100%	629.080.864	8.390	5.706	1.971.958	131,12	9.830.812	76,00	-4.132.679	-55,12	146%	507.569.849
Σ Ø	692.425			497.788		1.965.619.089	3.949	2.839	8.755.084	57,64	37.822.132		9.778	18,36		689.661.800

5 Literaturverzeichnis

- Braun M.R., Wernick C., Plückebaum, T. Ockenfels M. 2019: Parallele Glasfaserausbauten auf Basis von Mitverlegung und Mitnutzung gemäß DigiNetzG als Möglichkeiten zur Schaffung von Infrastrukturwettbewerb, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 456, https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_456.pdf
- Ecorys, Idate, VVA, CBO, WIK author team; Supporting the implementation of CEF2 Digital – SMART 2017/0018, European Commission, Brussels/Luxembourg, January 2020, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8947e9db-4eda-11ea-aece-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-116100663>
- Elixmann, D., Ilic, D., Neumann, K.-H., Plückebaum, T. (2008): The Economics of Next Generation Access, Study for the European Competitive Telecommunication Association (ECTA), 10 September 2008, https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/ECTA_NGA_Study_2008.pdf
- Ilic, D., Neumann, K.-H., Plückebaum, T. (2009): Szenarien einer nationalen Glasfaserausbaustrategie in der Schweiz, Studie für das BAKOM, Dezember 2009, https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/Glasfaserausbaustrategie_Schweiz_2009_12_11.pdf
- Jay, S., Neumann, K.-H., Plückebaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 359, Oktober 2011, https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_359.pdf
- Jay, S., Neumann, K.-H., Vogelsang, I., et al. (2011): Architectures and competitive models in fibre networks, in: Vodafone, The Policy Paper Series, Nummer 13, June 2011, S. 3 ff.
- Jay, S.; Plückebaum, T.; Ilic, D.; Stamm, P. (2013): Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 380, Bad Honnef, September 2013, https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_380.pdf
- Kroon, P.; Plückebaum, T.; Sanchez Gracia, J.; Sabeva, D.; Zoz, K. (2017): Study into current and future technological access options to all fixed telecommunications infrastructures in the Netherlands, den Haag, 21. June 2017, <https://www.acm.nl/nl/publicaties/publicatie/17463/Onderzoek-toegang-tot-vaste--telecommunicatienetwerken/>
- Kulenkampff G., Ockenfels M. Zoz K., Zuloaga G. 2020: Kosten von Breitband-Zugangsnetzen, Clusterbildung und Investitionsbedarf unter Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus – bottom-up Modellierung und statistische Analyse, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 473, https://www.wik.org/fileadmin/user_upload/Unternehmen/Veroeffentlichungen/Diskus/2022/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_473.pdf
- Nett, L., Jay, S. (2014): Entwicklung dynamischer Marktszenarien und Wettbewerbskonstellationen zwischen Glasfasernetzen, Kupfernetzen und Kabelnetzen in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 388, September 2014, https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_388.pdf

- Neumann, K.-H. (2013): Der dynamische Investitionswettbewerb als Leitbild der Entwicklung des Telekommunikationsmarktes, Studie für den BREKO, November 2013
https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/WIK-Studie-BREKO-2013.pdf
- Neumann, K.-H.; Ockenfels, M.; Plückerbaum, T.; Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz, Bad Honnef, 5. Oktober 2017,
<https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/das-bakom/organisation/rechtliche-grundlagen/bundesgesetze/fmg-revision-2017.html>
- Obermann, K.: Nachhaltigkeitsvergleich Internet-Zugangsnetz-Technologien, Technische Hochschule Mittelhessen, 3. März 2020, https://www.brekoverband.de/site/assets/files/4853/gutachten_nachhaltigkeitsvergleich_ftth_fttc.pdf
- Plückerbaum, T.; Jay, S.; Neumann, K.-H. (2014): Benefits and regulatory challenges of VDSL vectoring (and VULA), Florence School of Regulation, Communications Media 2014 Scientific Seminar, March 28 – 29, 2014, Florence, EUI Working Papers RSCAS 2014/ 69,
<http://fsr.eui.eu/Publications/WORKINGPAPERS/ComsnMedia/2014/WP201469.aspx>
- Plückerbaum, T.; Godlovitch, I.; Assessment of the technicalities of VULA products in the context of a state aid investigation, Expert opinion, Version 2, EC, Brussels, March 2018, ISBN 978-92-79-79903-7, <http://ec.europa.eu/competition/publications/reports/kd0418126enn.pdf>
- Plückerbaum, T., Eltges, F., Ockenfels, M.; Potentiell anzunehmende Vorleistungsprodukte in Kabelnetzen auf der Basis von DOCSIS, Studie im Auftrag der BNetzA, Bad Honnef, 4. Februar 2019, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK1-GZ/2019/BK1-19-0001/BK1-19-0001_WIK-Kabelgutachten_BA.pdf?_blob=publicationFile&v=2
- Plückerbaum, T.; Ockenfels, M.: Kosten und andere Hemmnisse der Migration von Kupfer- auf Glasfasernetze, WIK Diskussionsbeiträge Nr. 457, Bad Honnef, Februar 2020,
https://www.wik.org/fileadmin/user_upload/Unternehmen/Veroeffentlichungen/Diskus/2022/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_457.pdf
- Plückerbaum, T.; Wernick, C.: Die Rolle von HAPS für die Breitbandversorgung im ländlichen Raum, Bad Honnef, Mai 2021,
https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2021/Kurzstudie_HAPS_deutsch.pdf
- Plückerbaum, T.: High Altitude Platform Systems, ITG Fachbericht 306, Breitbandversorgung in Deutschland, 16. ITG Fachkonferenz, 7.-8- Juni 2022, Berlin
- Stronzik M., Zuloaga G. 2020: Empirische Untersuchung der FTTB/H-Ausbauaktivität im europäischen Vergleich, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 465,
https://www.wik.org/fileadmin/user_upload/Unternehmen/Veroeffentlichungen/Diskus/2022/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_465.pdf
- Strube Martins, Wernick, Plückerbaum, Henseler-Unger (2017): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, Bad Honnef, März 2017,
https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/Die_Privatkundennachfrage_nach_hochbitratigem_Breitbandinternet_im_Jahr_2025_FINAL.pdf