

Rechnung aufgemacht

VDSL-Vectoring reduziert Investitionsvolumen für Breitbandausbau

Stephan Jay, Karl-Heinz Neumann,
Thomas Plückebaum

Im Rahmen der Studie „Der dynamische Investitionswettbewerb als Leitbild der künftigen Entwicklung des Telekommunikationsmarktes“, durchgeführt für den Breko Ende 2013, schätzte WIK-Consult den Investitionsbedarf für die Aufrüstung des deutschen kupferbasierten Anschlussnetzes auf FTTC-Vectoring für die spezifischen deutschen Gegebenheiten ab.

Das kupferbasierte Anschlussnetz hat den großen Nachteil, dass die übertragbare Bandbreite durch Dämpfung und Nebensprechen in Abhängigkeit von der Leitungslänge deutlich abnimmt. Im Ausbau breitbandiger Anschlussnetze (NGA – Next Generation Access) kommen verschiedene glasfaserbasierte Netzarchitekturen zum Einsatz, die immer kürzere Kupferstrecken des Anschlussnetzes einbeziehen, z.B. Fiber to the Curb (FTTC), Fiber to the Building (FTTB) oder Fiber to the Home (FTTH), und so die übertragbare Bandbreite vergrößern. Mit Hilfe der Vectoring-Technik können die Störungen, die benachbarte Doppeladern desselben Aderbündels aufeinander ausüben (Nebensprechen), aus dem Nutzsignal jeder Doppelader herausgerechnet werden. Damit werden bandbreitenbegrenzende Störeffekte eliminiert, allerdings bleibt die längenabhängige Bandbreitenreduktion durch Dämpfung erhalten. Daher wird die Technik primär in Verbindung mit einem FTTC-Ausbau gebracht, bei dem die Länge der Kupferdoppelader nur noch einige hundert Meter beträgt.

Vorgehensweise und Daten

Für die Berechnung der Investitionen in eine deutsche FTTC-Vectoring-Plattform wurde ein Bottom-up-Kostenmodell (WIK-NGA-Modell) verwendet, das bereits bei den Untersuchungen zu den Implikationen eines flächendeckenden FTTB/FTTH-Glasfaserausbau und seines Subventionsbedarfs zum Einsatz kam (s. a. NET 11/2011). FTTC wurde damals nicht untersucht.

In der Studie von 2011 wurden umfassende Strukturinformationen ausgewertet, darunter geocodierte Gebäude- und Straßendaten sowie 7.731 HVt-Standorte der Deutschen Telekom (HVt – Hauptverteiler) gemäß Breitbandatlas. Auf dieser Grundlage wurde eine Trassenplanung zur Anbindung

jedes Gebäudes zum designierten HVt durchgeführt. Die Ergebnisse stützten sich also auf eine recht genaue Verteilung der Kunden auf die Gebäude in der Fläche. Die individuellen Ergebnisse der einzelnen Anschlussbereiche wurden dann in Abhängigkeit der Teilnehmerdichte je km² in Durchschnittswerte für 20 „Cluster“ zusammengefasst.

Für diese Clusterbildung wurden die HVt zunächst absteigend nach Teilnehmerdichte sortiert. Danach wurden Cluster ähnlicher Geotypen gebildet, indem aus dieser sortierten HVt-Liste sukzessive 20 annähernd gleich große Tranchen von HVt gebildet wurden – bezogen auf die Anzahl der potenziellen Teilnehmer. Cluster 1 weist dabei die höchste Teilnehmerdichte je km² auf („ 2.750) und Cluster 20 die niedrigste (< 32); die Teilnehmerdichte sinkt von Cluster 1 zu dem jeweils folgenden stetig. Jedes Cluster umfasst rund 5 %, d.h. etwas mehr als 2 Mio. der gesamten potenziellen Teilnehmer in Deutschland. Innerhalb eines Clusters wurden aus den Detaildaten Durchschnittswerte für Größen des Mengengerüsts bestimmt, z.B. für die Anzahl der Kunden je Kabelverzweiger (KVz), die Länge des Feeder-Segments zwischen KVz und HVt sowie die Anzahl der Teilnehmer pro HVt.

Für die Analyse des Investitionsbedarfs einer FTTC-Vectoring-Plattform wurden nahezu alle Daten und Parameter aus der bereits zitierten WIK-Studie von 2011 über den Glasfaserausbau übernommen. Abweichend von der FTTB/H-Rechnung wurden nur folgende Elemente des NGA investiv bestimmt:

- VDSL-Vectoring-spezifische Endgerätekosten;
- Aufbau eines Multifunktionsgehäuses (MFG) mit Fundament, Stromanschluss, Lüftung und Verbindungskabel zum Schrank der Telekom;
- Installation eines VDSL-Vectoring-

Stephan Jay ist Senior Consultant, Dr. Karl-Heinz Neumann bekleidet die Funktion des Geschäftsführers und Direktors, Dr. Thomas Plückebaum ist Senior Consultant und Leiter der Abteilung Kostenmodelle und Internetökonomie beim Wissenschaftlichen Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) in Bad Honnef

DSLAM (DSL Access Multiplexer) im MFG am KVZ;

- Verlegen einer Glasfaseranbindung vom DSLAM zum HVt; die Parameter der Verlegekosten (Tiefbau, Luftkabelanteile, Potenzial für Grabenteilung) sind identisch mit denen in der Glasfaserstudie;
- Vorbereiten von Kollokationsfläche am HVt-Standort;
- optischer Verteiler (ODF), Patchkabel und Ethernet-Switch am HVt-Standort.

Der kupferbasierte Verzweigerkabelbereich zwischen Kunde und KVZ wird nur angemietet, daher fallen hierfür keine Investitionen an. Bei den vorherigen Modellierungen für den Ausbau von FTTH-Netzen wurde dieser Bereich ebenfalls investiv bestimmt. Im Anschlussnetz macht dieser Abschnitt den Hauptteil der Investitionen aus.

Die verwendeten Kostendaten verstehen sich als Wiederbeschaffungskosten eines Neubaus der Infrastruktur, ohne dabei die bestehende VDSL-Abdeckung in Deutschland zu berücksichtigen. Die Investitionswerte für Vectoring-spezifisches Equipment wurden aktuell bei Netzbetreibern und Herstellern erhoben. Für die Tiefbauarbeiten der HVt-KVz-Anbindung wurde ein geringer, kostensenkender Mitverlegungsanteil unterstellt. Die Nutzung von Dark Fiber oder ausgeprägter Verbundvorteile bei der Glasfaserverlegung könnte es Betreibern ermöglichen, zu günstigeren Konditionen als den modellierten zu produzieren. Leitungslängenrestriktionen der Kupferanschlussleitung für die Verwendung von VDSL-Vectoring konnten in der Rechnung nicht be-

rücksichtigt werden. Dies dürfte dazu führen, dass dort, wo die Verzweigerkabel so lang sind, dass eine hinreichende Bandbreitenversorgung auch mit VDSL-Vectoring-Betrieb nicht ohne den Aufbau zusätzlicher KVZ und Ausdehnung der Glasfaseranbindung möglich ist, die Investitionen eher unterschätzt werden.

Die Zahl der davon betroffenen Anschlussleitungen wird auf weniger als 2 % geschätzt.

Die ermittelten Investitionen dienen dazu, alle in einem Cluster angesiedelten Anschlüsse versorgen zu können. Das bedeutet, alle KVZ wurden mit Glasfaser an den jeweiligen HVt angebunden und in jedem KVZ wurden ein MFG und ein DSLAM installiert.

Für 40 % der Teilnehmer wurden auch die Investitionen für Vectoring-fähige Endgeräte einberechnet. Ein derartiges Penetrationsniveau wird von alternativen Netzbetreibern bereits in lokalen Märkten erreicht und diente in der Studie als Referenzpunkt eines FTTC-Ausbau durch Wettbewerber.

Gebäude und HVt-Standorte im Modell entsprechen den deutschen Gegebenheiten. Die Standorte der KVZ,

die bei FTTC gleichzeitig Standorte zur Unterbringung des DSLAM sind, wurden jedoch modell-endogen optimiert und müssen nicht mit den Standorten der Telekom übereinstimmen. Das heißt, dass Wegeführung und damit Anschlussleitungslängen denen eines kosteneffizienten Netzes entsprechen

Cluster	potenzielle Teilnehmer in Mio.	Investitionen* in Mrd. €	Investitionen* je anschließbarem Teilnehmer in €	Investitionen* je aktivem Kunden in €
1	2,2	0,43	200	490
2	2,2	0,48	220	550
3	2,1	0,49	230	570
4	2,1	0,49	230	570
5	2,2	0,50	230	580
6	2,2	0,51	230	590
7	2,2	0,56	260	640
8	2,2	0,59	270	670
9	2,1	0,59	280	700
10	2,1	0,63	300	760
11	2,1	0,69	320	800
12	2,1	0,70	340	840
13	2,3	0,82	360	910
14	2,0	0,79	390	980
15	2,3	0,90	390	970
16	2,1	0,87	420	1.050
17	2,2	0,98	450	1.120
18	2,3	1,27	550	1.380
19	2,2	1,48	690	1.710
20	2,1	2,02	940	2.360
gesamt	43,2	15,78	370	910

Tabelle 1: Investitionsvolumen einer vollständigen Abdeckung mit FTTC-Vectoring bei 40 % Penetration (* inkl. aktiver Technik)

sollen. Insofern verstehen sich die ermittelten Investitionswerte als guter Schätzwert für eine Aufrüstung des tatsächlichen deutschen Kupferanschlussnetzes.

Ergebnisse

Unter den beschriebenen Annahmen ergibt sich ein Investitionsbedarf von

rund 16 Mrd. € für einen bundesweiten, flächendeckenden Aufbau von FTTC-Vectoring (Tabelle 1). Die Investitionen je anschließbarem Teilnehmer (Home Passed) bzw. aktivem Kunden (Home Connected) steigen noch bis Cluster 16 näherungsweise linear an. Dort liegen sie mit rund 400 € pro Home Passed bzw. rund 1.000 € pro Home Connected bei etwas mehr als dem Doppelten des Investitionswertes aus Cluster 1 (ca. 200/500 €). Danach wird es jedoch schnell deutlich teurer und steigt bis nahezu auf das Fünffache in Cluster 20 an (950/2.400 €). Ursächlich dafür sind hauptsächlich um nahezu den Faktor 6 steigende

rung: Im Verzweigerbereich ist bei FTTC kein Tiefbau erforderlich.) Dort, wo existierende Leerrohre oder Verbundvorteile bei der Durchführung der Tiefbauarbeiten genutzt werden können, besteht Potenzial zur Kostenreduktion. Die Grafik auf dieser Seite stellt das Investitionsvolumen je Home Connected (40 % Penetration) in der Bundesrepublik dar.

Vergleich mit FTTH

In der Untersuchung des WIK von 2011 zum Investitionsbedarf für eine flächendeckende Glasfaserinfrastruktur in Deutschland wurde eine lang-

fristige Penetrationsrate einer das Kupferanschlussnetz substituierenden Glasfaserarchitektur von 70 % angenommen. Vergleicht man die Investitionen je anschließbarem Teilnehmer zwischen FTTC-Vectoring und FTTH/P2P (Point to Point), so ergeben sich erwartungsgemäß große Einsparungen dadurch, dass nicht in die Neuverlegung des Abschnitts zwischen KVz und Kunde investiert werden muss (Tabelle 2). FTTC-Vectoring bei 40 % Penetration erfordert

Home Connected für FTTC-Vectoring, was rund ein Viertel des FTTH-Investitionswertes darstellt. Für einen flächendeckenden Ausbau unter diesen Rahmenbedingungen stehen 72 Mrd. € für FTTH/P2P nur etwa 17 Mrd. € für FTTC-Vectoring gegenüber.

Auch in den sehr gering besiedelten Gebieten sind die Unterschiede im Investitionsbedarf zwischen FTTC-Vectoring und FTTH/P2P immer noch sehr groß, die Unterschiede werden aber gegenüber vorherigen Clustern etwas kleiner. Das liegt u.a. daran, dass die MFG FTTC-spezifische und fixe Investitionen sind, die durch den Rückgang der Zahl der Teilnehmer je KVz auf im-

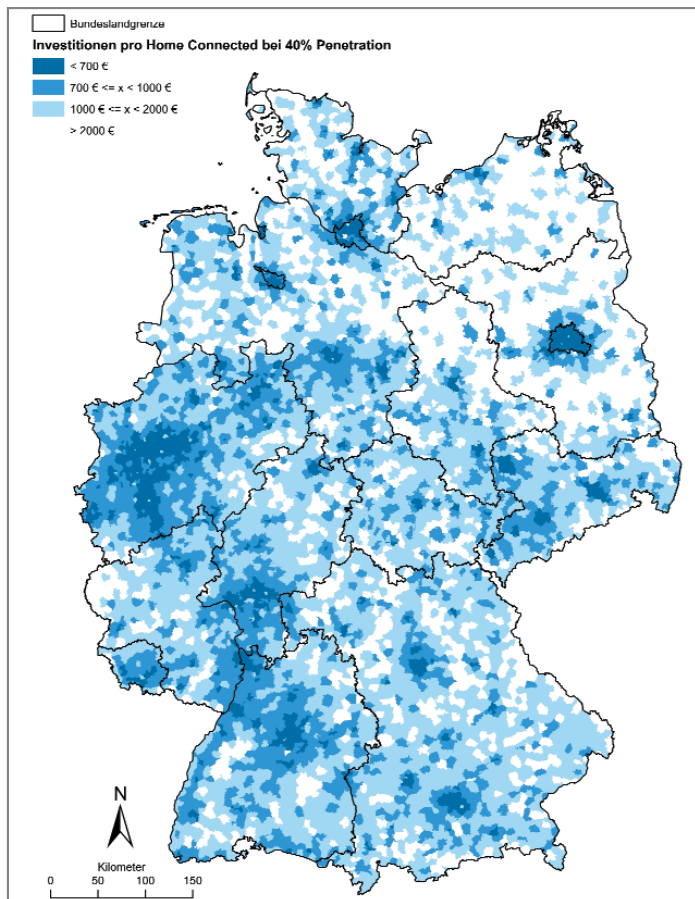
Cluster	Investitionen je anschließbarem Teilnehmer in €		Differenz in %
	FTTH/P2P	FTTC-Vectoring	
1	1.440	320	78
2	1.650	350	79
3	1.740	370	79
4	1.780	370	79
5	1.840	370	80
6	1.940	380	80
7	2.010	410	80
8	2.180	420	81
9	2.230	440	80
10	2.410	480	80
11	2.440	500	80
12	2.480	520	79
13	2.560	560	78
14	2.640	600	77
15	2.650	590	78
16	2.710	640	76
17	2.670	680	75
18	3.030	830	73
19	3.410	1.020	70
20	4.310	1.390	68
gesamt	2.410	560	77

Tabelle 2: Vergleich der Investitionen je anschließbarem Teilnehmer bei 70 % Penetration

mer weniger Kunden verteilt werden. Für diesen unvorteilhaft skalierenden Posten gibt es bei FTTH/P2P keine Entsprechung.

Fazit

FTTC-Vectoring hat deutlich niedrigere Investitionsanforderungen als FTTH. Für diejenige Hälfte der Deutschen, die in den dichter besiedelten Gebieten (Cluster 1 bis 10) wohnen, belaufen sich die Investitionen je aktivem Kunden bei einer Penetrationsrate von 40 % auf durchschnittlich



Investitionen je anschließbarem Teilnehmer für VDSL-Vectoring

Hauptkabelnängen für den Abschnitt zwischen KVz und HVt (bei sinkenden Verlegekosten) und eine zurückgehende Zahl von Teilnehmern, die von einem KVz versorgt werden kann (um das Fünffache weniger potenzielle Kunden je KVz). Bei der hier angesetzten Greenfield-Betrachtung machen die Tiefbauarbeiten für die KVz-Anbindung mehr als die Hälfte der Gesamtinvestitionen aus. (Zur Erinnerung:

nur etwa ein Drittel der Investitionen pro Home Connected von FTTH/P2P bei 70 % Penetration. Im landesweiten Durchschnitt beträgt der Investitionsbedarf pro Home Connected bei FTTC-Vectoring rund 900 € und bei FTTH/P2P rund 2.400 €.

Setzt man zum direkten Vergleich mit FTTH die Penetrationsrate von FTTC-Vectoring auch auf 70 %, ergeben sich landesweit durchschnittlich 560 € pro

lich 600 €. Das ist aus Capex-Sicht mindestens kurzfristig die weitaus attraktivere Option für klassische Festnetzbetreiber, mit den Produkten der Breitbandkabelanbieter mitzuhalten. Rund 2.000 € je aktivem Kunden wären im Durchschnitt im gleichen Teil der Republik für FTTH zu investieren (bei 70 % Penetration). Selbst in den ländlicheren Gebieten ist FTTC-Vectoring deutlich günstiger. Andererseits ist gerade hier zu erwarten, dass die Dämpfung durch große Leitungslängen die Leistungsfähigkeit von VDSL eher einschränkt; unter Umständen so weit, dass entweder zusätzliche KVz zu setzen wären, was die Kosten etwas näher an eine rein optische Lösung treibt (in der Rechnung nicht berücksichtigt), oder doch vollständig auf funkgestützte Technik gesetzt wird. Mittel- bis langfristig spricht aus technischer Perspektive alles für rein optische Anschlussnetze, denn der Erweiterung der Leistungsfähigkeit der Kupferdoppelader sind

Grenzen gesetzt, die Glasfaser hingegen steht noch am Anfang. Außerdem streut die Leistungsfähigkeit von (V)DSL erheblich über unterschiedliche Leitungen, selbst bei ähnlicher Leitungslänge. Die Vectoring-Technik trägt immerhin erheblich dazu bei, ein einheitlicheres Leistungsprofil zu generieren. Glasfaseranschlussnetze bieten jedoch selbst über dutzende Kilometer eine einheitliche Leistung. Noch ist ungewiss, wie sich die Nachfrage nach Bandbreiten jenseits 50 Mbit/s und später jenseits 100 Mbit/s entwickelt. Für viele Gebiete Deutschlands stellt Vectoring aber zunächst eine ökonomisch attraktivere Alternative als FTTH dar, insbesondere für die Deutsche Telekom, der daran gelegen ist, ihr bestehendes Kupfernetz solange wie möglich weiterzuverwenden. Die versunkenen Kosten bei einer späteren Migration zu FTTH dürften den Zeitgewinn wettmachen, wenn Vectoring die Erwartungen im realen Netzbetrieb erfüllt. (bk)