

Referenzdokument zum NGA-Modell 2015

Bottom-Up-Kostenrechnungsmodell für den auf der Vorleistungsebene an festen Standorten lokal bereitgestellten Zugang

Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR-GmbH)

Mariahilfer Straße 77–79,
1060 Wien

Wien, 29. Mai 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Regulatorisch-rechtlicher Rahmen.....	4
2.1	Definition von NGA.....	4
2.2	Anforderungen an ein Kostenrechnungsmodell.....	5
2.3	Kostenrechnungsansatz.....	6
3	Überblick zum NGA-Modell 2015	10
4	Elemente des NGA-Modells 2015.....	11
4.1	Sample Anschlussbereiche	11
4.1.1	Betrachtungsobjekt Anschlussbereich	11
4.1.2	„Scorched Node“-Ansatz und Pfadabhängigkeit von NGA	11
4.1.3	Abgrenzung Access – Core	12
4.1.4	Klassifikation des Siedlungsraums.....	14
4.1.5	Modellierte Anschlussbereiche	16
4.2	RTR_ACCNET Netzmodellierung	17
4.2.1	Die Forschungsgesellschaft der FH Kärnten mbH	17
4.2.2	Arbeitsweise des Systems RTR_ACCNET	18
4.2.3	Verwendete Daten	19
4.3	Hochrechnung.....	20
4.4	Modul zur Kostenermittlung.....	21
4.4.1	Statischer Ansatz.....	21
4.4.2	Dynamischer Ansatz.....	22
5	Anhang A: Verzeichnisse	24
5.1	Literaturverzeichnis	24
5.2	Abbildungsverzeichnis	25
5.3	Tabellenverzeichnis	25
5.4	Formeln.....	25
5.5	Abkürzungsverzeichnis	26
6	Anhang B: Anschlussbereiche der Stichprobe	27
7	Anhang C: Landnutzungsklassen.....	32

1 Einleitung

Seit dem Beginn der Deregulierung der Kommunikationsmärkte und dem Aufbrechen der Telekommunikationsmonopole Ende der 1990er Jahre in Europa und den USA spielen Kostenrechnungsmodelle eine wesentliche Rolle bei der Festsetzung von Preisen, die sich Kommunikationsnetzbetreiber untereinander verrechnen. Dies trifft insbesondere für die Leistungen der Gesprächszustellung in Festnetzen und Mobilnetzen (Terminierung) sowie der Überlassung von Leitungen zum Kunden (Teilnehmeranschlussleitungen) zu.

Seit dem Jahr 2000 setzt die RTR-GmbH ein Bottom-Up-Kostenrechnungsmodell für das Anschlussnetz ein. In ihrer Empfehlung 2013/466/EU¹ macht die Europäische Kommission diesbezüglich neue Vorgaben. Die wesentlichste Änderung besteht darin, dass die Modellierung nunmehr² nicht (nur) Anschlussnetze aus Kupferdoppeladern (CuDA) umfasst, sondern auch solche, die Glasfasertechnologie teilweise oder zur Gänze einsetzen (FTTx) und damit die Berechnung der Kosten eines „Zugangsnetzes der nächsten Generation“ („Next Generation Access“ – NGA) ermöglichen soll. Daher hat die RTR-GmbH im März 2014 die Forschungsgesellschaft der FH Kärnten mbH damit beauftragt, die ingenieurmäßige Modellierung eines solchen Netzes umzusetzen. Diese stellt ein wesentliches Element des Anschlussnetzmodells „NGA-Modell 2015“ dar und trägt die Bezeichnung „RTR_ACCNET“. Vor dem Einsatz des NGA-Modells 2015 im Rahmen des Marktanalyseverfahrens M 1/15 wird dieses im Juni 2015 mit dem Markt konsultiert.

Das vorliegende „Referenzdokument zum NGA-Modell 2015“ bietet einen Überblick über den regulatorischen Kontext, grundsätzliche Annahmen der Modellierung und die Funktionsweise des Modells und seiner Elemente. Eine tiefgehende Auseinandersetzung mit der ingenieurmäßigen Netzmodellierung liefert das Dokument „Systembeschreibung RTR_ACCNET“ der Forschungsgesellschaft der FH Kärnten mbH. Eine gesonderte Datei „Inputparameter NGA-Modell 2015“ im Format von MS-Excel gibt den Betreibern im Rahmen des Marktanalyseverfahrens M 1/15 die Möglichkeit, vorläufig verwendete Werte einzusehen und gegebenenfalls eigene Werte zu melden. Hinweise zur Anwendung von RTR_ACCNET bietet schließlich das „Benutzerhandbuch“ der Forschungsgesellschaft der FH Kärnten mbH.

Die genannten Dokumente sind auf der Website der RTR-GmbH unter https://www.rtr.at/de/tk/tasl_modell verfügbar.

¹ Empfehlung der Kommission vom 11. September 2013 über einheitliche Nichtdiskriminierungsverpflichtungen und Kostenrechnungsmethoden zur Förderung des Wettbewerbs und zur Verbesserung des Umfelds für Breitbandinvestitionen (siehe *Europäische Kommission* (2013a), S. 13 – 32).

² Für die Umsetzung sieht die Empfehlung 2013/466/EU in Nummer 60 eine Übergangsfrist bis zum 31. Dezember 2016 vor (vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 29).

2 Regulatorisch-rechtlicher Rahmen

2.1 Definition von NGA

In ihrer Empfehlung 2010/572/EU³ definiert die Europäische Kommission NGA wie folgt:

„Zugangsnetze der nächsten Generation“ („NGA-Netze“) sind leitungsgebundene⁴ Zugangsnetze, die vollständig oder teilweise aus optischen Bauelementen bestehen und daher Breitbandzugangsdienste mit erweiterten Leistungsmerkmalen (z. B. mit einem höheren Durchsatz) ermöglichen, die über das hinaus gehen, was mit schon bestehenden Kupferkabelnetzen angeboten werden kann. In den meisten Fällen sind NGA-Netze das Ergebnis der Aufrüstung bereits bestehender Kupfer- oder Koaxialkabel-Zugangsnetze.⁵

Bei den optischen Bauelementen handelt es sich vor allem um Glasfaserleitungen und dazu gehörende opto-elektrische Netzknoten mit der entsprechenden technischen Ausstattung. Die Glasfaserleitungen können dabei unterschiedlich weit bis zum Teilnehmer reichen, indem sie endkundenseitig entweder bis zu einem Kabelverzweiger (FTTC), bis zu einem Hausverteiler in einem Gebäude (FTTB) oder direkt bis zum Standort (Wohnung, Büro, o.ä.) des Teilnehmers (FTTH) ausgebaut werden.

Im Fall von FTTC und FTTB werden die Kupferleitungen nur mehr auf dem Teilstück zwischen Kabelverzweiger bzw. Hausverteiler und Teilnehmer für den Transport der Daten eingesetzt, wobei breitbandige Übertragungsverfahren (ADSL2+, VDSL2 etc. gegebenenfalls in Kombination mit Vectoring o.Ä.) darauf eingesetzt werden. Der Weitertransport des Datenverkehrs vom Teilnehmer zum Kernnetz erfolgt dann ab der Schnittstelle zwischen Glasfaser und Kupferdoppelader (DSLAM) gemeinsam – eine dedizierte, teilnehmer-individuelle Verbindung besteht nur auf der verbleibenden Kupferdoppelader; ab dem DSLAM (Schnittstelle zwischen Glasfaser- und Kupferdoppelader-Infrastruktur) erfolgt der Transport der Daten auf gemeinsamer Infrastruktur (shared medium).

Im Fall von FTTH ist es von der Netzarchitektur abhängig, ob und bis zu welcher Netzebene eine dedizierte Verbindung besteht. Passive optische Netze (PON) bieten im Gegensatz zu Punkt-zu-Punkt-Netzen (P2P-Netzen) nur eine Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung (point-to-multipoint). PON-Infrastrukturen basieren zwar zur Gänze auf Glasfaserleitungen, eine dedizierte, teilnehmer-individuelle Verbindung besteht in diesem Fall nur zwischen dem letzten passiven optischen Splitter und dem Teilnehmer.

³ Empfehlung der Europäischen Kommission vom 20. September 2010 über den regulierten Zugang zu Zugangsnetzen der nächsten Generation (NGA) (siehe *Europäische Kommission* (2010), S. 35 - 48).

⁴ Die Mitteilung 2013/C 25/01 der Europäischen Kommission schließt auch Drahtlos- und Mobilfunknetze mit ein (vgl. *Europäische Kommission* (2013b), S. 13).

⁵ siehe *Europäische Kommission* (2010), S. 40

2.2 Anforderungen an ein Kostenrechnungsmodell

In ihrer Empfehlung 2013/466/EU fordert die Europäische Kommission, dass im Falle der Auferlegung einer Kostenorientierungsverpflichtung die nationalen Regulierungsbehörden (NRB) für die Zwecke der Festlegung von Vorleistungsentgelten für den Zugang zu Kupferleitungs- und NGA-Netzen ein Kostenrechnungsmodell anwenden, das die folgenden Merkmale hat:⁶

- Bottom-Up-Modellierung: Es wird ein Kostenmodell entwickelt, das ausgehend von der erwarteten Nachfrage in Bezug auf Teilnehmer und Verkehr ein effizientes Netz modelliert, wobei die entsprechenden Kosten nach einem theoretischen Netzmodell abgeschätzt werden.⁷
- Kostenrechnungsansatz der „Bottom-Up Long-Run Incremental Costs Plus“ (BU-LRIC+)⁸
- Effizienz: Es sind jene Kosten abzuschätzen, die einem hypothetischen effizienten Betreiber beim Aufbau eines modernen effizienten NGA-Netzes entstehen würden.⁹
- (Mit-)Benutzung bestehender baulicher Anlagen: Bei der Modellierung eines NGA-Netzes sollen die bestehenden baulichen Anlagen berücksichtigt werden, die im Allgemeinen auch Komponenten eines NGA-Netzes aufnehmen können.¹⁰
- Ansatz von Wiederbeschaffungswerten¹¹
- Anpassung von Abschreibungsdauern an die tatsächlichen Nutzungsdauern. Für Kabelschächte wird ein Wert von mindestens 40 Jahren gefordert.¹²
- Flexibilität des Kostenrechnungsmodells hinsichtlich unterschiedlicher NGA-Typologien (FTTx) bis hin zu einer Versorgung ausschließlich auf Basis von Kupferleitungen.¹³

Nummer 34 der Empfehlung 2013/466/EU sieht hinsichtlich der Bewertung wiederverwendbarer baulicher Anlagen und deren „Regulatorischer Kapitalbasis“ (RAB) Folgendes vor: Wiederverwendbare bauliche Anlagen sind mit dem Restbuchwert anzusetzen und über einen Preisindex auf ein aktuelles Wiederbeschaffungswertniveau anzuheben. Es ist aktuell (Mai 2015) jedoch zu erwarten, dass die Abschreibung eines indexierten Restbuchwertes über die Restnutzungsdauer nicht von einem zu Wiederbeschaffungswerten und über die gesamte Nutzungsdauer abgeschrieben Anlagegutes abweicht. Eindeutig hingegen scheint die Forderung, dass für bereits

⁶ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 25ff

⁷ vgl. Nummer 30 in *Europäische Kommission* (2013a), S. 25 iVm Nummer 6a in *Europäische Kommission* (2013a), S. 22

⁸ siehe dazu gesondert den folgenden Abschnitt 2.3

⁹ vgl. Nummer 31 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 25

¹⁰ vgl. Nummer 32 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 25

¹¹ vgl. Nummer 33 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 26

¹² vgl. Nummer 36 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 26

¹³ vgl. Nummer 37 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 26

vollständig abgeschriebene, aber noch genutzte bestehende und wiederverwendbare bauliche Anlagen keine Kosten anzusetzen sind.¹⁴

Jedenfalls wäre eine von Wiederbeschaffungswerten abweichende Bewertung von wiederverwendbaren baulichen Anlagen durch eine geeignete Wahl der entsprechenden Kosteninputparameter zu berücksichtigen.

2.3 Kostenrechnungsansatz

Die Empfehlung 2013/466/EU sieht vor, dass die NRB im Falle der Auferlegung von kostenorientierten Vorleistungsentgelten für den Zugang zu Kupferleitungs- und NGA-Netzen gegebenenfalls den Kostenrechnungsansatz „BU-LRIC+“ anzuwenden haben. Dabei handelt es sich um einen Bottom-Up-Ansatz der langfristigen Zusatzkosten zuzüglich eines Aufschlags für die Deckung von gemeinsamen Kosten und Gemeinkosten. Diesen Ansatz sollen NRB anwenden, um damit jene Kosten abschätzen, die einem hypothetischen effizienten Betreiber beim Aufbau eines modernen effizienten NGA-Netzes entstehen würden.¹⁵

Der von der Telekom-Control-Kommission bzw. der RTR-GmbH im Rahmen des Bottom-Up-Kostenrechnungsmodells im Anschlussnetz seit dem Jahr 2000 eingesetzte Kostenrechnungsansatz der „Forward Looking Long Run Average Incremental Cost“ (FL-LRAIC)¹⁶ entspricht genau diesen Vorgaben. Dabei werden vorausschauend¹⁷ die zukünftigen langfristigen durchschnittlichen inkrementellen Kosten einer Zugangsleistung (wie der entbündelten Teilnehmeranschlussleitung) eines effizienten Betreibers unter Verwendung eines effizienten Netzes errechnet. Auch hier werden gemeinsame Kosten der Netzinfrastruktur und des Unternehmens („Overhead“) anteilig berücksichtigt. Die Durchschnittsbildung bezieht sich dabei auf die Kosten je Ausbringungsmenge (diesfalls: Teilnehmeranschlussleitung). Auch im Rahmen des NGA-Modells 2015 gelangt dieser Kostenrechnungsansatz zur Anwendung.

Der Ansatz der FL-LRAIC geht von einer langfristigen Perspektive aus. Aufgrund dieser Betrachtungsweise¹⁸ werden auch solche Kosten, die üblicherweise als Fixkosten bezeichnet werden (wie z.B. Abschreibungen von Netzbestandteilen oder Kosten des „Overhead“ [allgemeine Verwaltung]), als variabel angenommen, da diese Kapazitätskosten langfristig anpassbar sind. Es werden damit ebenfalls versunkene Kosten berücksichtigt¹⁹ und es erfolgt keine Trennung in fixe und variable Kosten, somit hat der verfolgte Ansatz

¹⁴ vgl. Nummer 34 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 26

¹⁵ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 25

¹⁶ Zum Kostenrechnungsansatz der FL-LRAIC siehe *Belfin/Lukanowicz* 1999

¹⁷ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 17

¹⁸ Dabei wird nicht auf eine konkrete (lange) Frist abgestellt, vielmehr kommt der ökonomische Begriff der Langfristigkeit zu tragen, der auf einen langfristigen Gleichgewichtszustand abstellt.

¹⁹ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 17

Vollkostencharakter, bei dem alle vom gegenständlichen Produkt (z.B. Zusammenschaltung oder Entbündelung) verursachten Kosten Berücksichtigung finden.

Daraus ergibt sich, dass auch die für die Finanzierung von Neuinvestitionen notwendigen Abschreibungen und Kapitalkosten im FL-LRAIC-Ansatz inkludiert sind.

In einem Wettbewerbsmarkt ermittelt sich der Preis für ein Produkt nicht aus den historischen Anschaffungskosten der zur Leistungserbringung notwendigen Investitionen, sondern als Marktpreis aus Angebot und Nachfrage. Der Wert einer Investition ist daher nicht von den ursprünglichen Anschaffungskosten abhängig, sondern von den zukünftigen Erträgen, die mit dieser Investition erzielt werden können. Herrscht auch auf dem Vorleistungsmarkt für Investitionsgüter vollständiger Wettbewerb, so spiegeln die Preise der Investitionsgüter auch die diskontierten zukünftigen Erträge aus diesen Investitionen wider. Dies bedeutet, dass es einem Anbieter gegebenenfalls (auf Grund des Wettbewerbsdrucks, späterer Markteinstiege mit anderen Produktionstechnologien, Innovationen etc.) unmöglich sein kann, die Anschaffungskosten über entsprechende Preisgestaltung zurückzuerzielen. Daher wird sich ein Anbieter auf einem Wettbewerbsmarkt (die Simulation der Ergebnisse eines solchen steht hier zur Diskussion) nicht an seinen historischen Kosten orientieren (können), sondern wird seine Marktpreise auf Basis jener Kosten kalkulieren, die für eine Substanzerhaltung des Unternehmens und die Befriedigung der Nachfrage erforderlich sind. Das bedeutet außerdem, dass das Unternehmen das zukünftige Angebot entsprechend der zu erwartenden Nachfrage so effizient als möglich bereitstellen will.

Für die Berechnung sind also die Kosten relevant, die durch die Erhaltung der Produktionskapazität entstehen (Going-Concern-Prinzip). Die Wiederbeschaffungswerte dieser zur Leistungserbringung notwendigen Ausstattung sind die Basis für die Berechnung der FL-LRAIC. Um der Anforderung der Substanzerhaltung gerecht werden zu können, werden die Investitionen nicht mit den historischen Anschaffungskosten, sondern mit Wiederbeschaffungskosten gemäß dem „Modern Equivalent Asset“-Ansatz (MEA) bewertet. Es sollten dabei Technologien in die Betrachtung eines Wiederbeschaffungswertansatzes (nach MEA) einbezogen werden, die funktionell (zumindest) Äquivalente zur im Einsatz befindlichen Kupferteknologie darstellen.

Eine weitere bedeutende Einflussgröße in Bezug auf die Kosten ist die Abschreibungsdauer der Investition. Grundlage für die Ermittlung der kalkulatorischen Abschreibung ist nicht die finanzbuchhalterische Abschreibungsdauer einer Investition oder die technische (möglicherweise mit großem – ökonomisch nicht mehr zu rechtfertigendem – Aufwand beliebig verlängerbare) Nutzungsdauer, sondern die ökonomisch optimale bzw. tatsächliche Nutzungsdauer.

Um eine möglichst starke Position im Wettbewerb einzunehmen, würde der Anbieter in Zukunft die ökonomisch effizienteste Technologie bzw. Netztopologie einsetzen. Diese bestimmen die Wiederbeschaffungswerte und sind schließlich die Basis für die Berechnung der FL-LRAIC. Damit wird dem regulierten Unternehmen die Substanzerhaltung ermöglicht und Effizienz sichergestellt. Gleichzeitig stellt die Wiederbeschaffungswertorientierung auch

sicher, dass die richtigen Investitionsanreize für die Nachfrager auf Vorleistungsebene bestehen. Der Ansatz der Wiederbeschaffungswertorientierung ist dafür zentral, da die Zugrundelegung der jeweils effizientesten, real am Markt im Einsatz befindlichen Technologie auch dem Nachfrager (idealerweise) die richtigen Investitionssignale und Anreize für eine „Make-or-Buy“ Entscheidung gibt.

Über den mittels FL-LRAIC simulierten Wettbewerbspreis soll somit auch das wohlfahrts-ökonomisch richtige Signal für eine (ex-ante) Investitionsentscheidung („Make-or-Buy“) gesetzt werden und somit Investitionen in (neue, alternative) effiziente Infrastruktur gefördert und Investitionen in ineffiziente Infrastruktur verhindert werden. Wird der Preis zu hoch angesetzt, werden Investitionen in ineffiziente Infrastruktur gefördert, wird der Preis hingegen zu niedrig angesetzt, bewirkt dies eine ineffizient hohe Nutzung der betreffenden Infrastruktur, und Investitionen in neue effiziente(re) Infrastruktur bleiben aus. Letzteres würde den regulatorischen Zielen eines infrastrukturbasierten und damit dauerhaft selbsttragenden Wettbewerbs zuwider laufen. Die FL-LRAIC erfüllen somit die Anforderung der Europäischen Kommission an die Kostenrechnungsmethode, ein geeignetes Signal für den Bau bzw. Kauf von Kapazitäten zu setzen und damit ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der Gewährleistung eines effizienten Markteintritts und ausreichenden Anreizen für Investitionen in NGA-Netze, insbesondere für deren Ausbau zu schaffen.²⁰

Unter bestimmten Bedingungen kann ein Endkundenpreisniveau jedoch unter den FL-LRAIC zu liegen kommen. Beispielsweise kann dies dann der Fall sein, wenn versunkene Investitionen für eine Preisuntergrenze nicht entscheidungsrelevant sind. Dies könnte insbesondere dann gegeben sein, wenn von einer Reinvestition abgesehen wird. In solchen und anderen Fällen wäre zusätzlich zu prüfen, ob eine Preis-Kosten-Schere (Margin Squeeze) vorliegt.

Der Kostenrechnungsansatz der FL-LRAIC erfüllt somit insgesamt die Vorgaben der Europäischen Kommission hinsichtlich sämtlicher Anforderungen:²¹

- Die Kostenrechnungsmethode führt zu Entgelten, die auf einem Markt zu erwarten sind, auf dem echter Wettbewerb herrscht.
- Die Kostenrechnungsmethode entspricht dem wesentlichen Grundsatz der Kostendeckung und ermöglicht eine angemessene Rendite auf das investierte Kapital.
- Die Kostenrechnungsmethode setzt ein geeignetes Signal für den Bau bzw. Kauf von Kapazitäten und schafft damit ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der Gewährleistung eines effizienten Markteintritts und ausreichenden Anreizen für Investitionen in NGA-Netze, insbesondere in deren Ausbau.
- Die Kostenrechnungsmethode modelliert das zusätzliche Kapital (einschließlich versunkener Kosten) und die von einem hypothetischen effizienten Betreiber bei der

²⁰ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 17

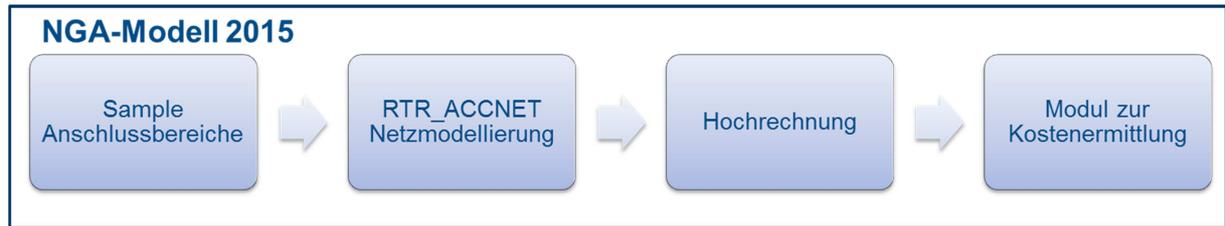
²¹ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 16f

Bereitstellung aller Zugangsdienste zu tragenden Betriebskosten zuzüglich eines Aufschlags zur Deckung der gemeinsamen Kosten und Gemeinkosten.

- Die Kostenrechnungsmethode berechnet vorausschauend die aktuellen Kosten, die einem effizienten Netzbetreiber beim Aufbau eines modernen und effizienten Netzes heute entstehen (Wiederbeschaffungswerte).

3 Überblick zum NGA-Modell 2015

Der Ablauf des NGA-Modells 2015 ist in der folgenden Abbildung dargestellt.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 1: Elemente des NGA-Modells 2015

Die einzelnen Elemente des NGA-Modells 2015 sind entsprechend ihrer sequentiellen Abfolge als einzelne Tätigkeitsschritte dargestellt:

1. In einem ersten Schritt erfolgt die Auswahl jener Anschlussbereiche, die in Folge modelliert werden. Die Auswahl erfolgt als repräsentative Stichprobe, der die Klassifikation des österreichischen Siedlungsraums zu Grunde liegt. (Im Detail siehe dazu Abschnitt 4.1.)
2. Im nächsten Schritt werden die erforderlichen Investitionen je Teilnehmeranschluss für ein NGA-Netz für die 85 Anschlussbereiche des Stichprobensamples errechnet. Für die ingenieurmäßige Netzmodellierung kommt als zentrales Element des Modells das System RTR_ACCNET der Forschungsgesellschaft der FH Kärnten mbH zum Einsatz. (Einen Überblick dazu liefert Abschnitt 4.2, im Detail siehe dazu die Systembeschreibung *FH Kärnten 2015a*.)
3. Die Investitionswerte je Teilnehmeranschluss im Sample werden sodann auf ganz Österreich hochgerechnet. (Im Detail siehe dazu Abschnitt 4.3.)
4. Im letzten Schritt werden aus den Investitionswerten je Teilnehmeranschluss monatliche Kosten ermittelt. (Im Detail siehe dazu Abschnitt 4.4.)

Zu den einzelnen Elementen des NGA-Modell 2015 wird in Folge ausgeführt.

4 Elemente des NGA-Modells 2015

4.1 Sample Anschlussbereiche

4.1.1 Betrachtungsobjekt Anschlussbereich

Die erforderlichen Investitionen in ein Anschlussnetz in der Ausgestaltung eines NGA-Netzes werden auf der Ebene von einzelnen Anschlussbereichen ermittelt.

Die ingenieurmäßige Netzmodellierung erfolgt dabei nicht für die gesamte Fläche Österreichs, sondern zur Begrenzung der zu lösenden Optimierungsprobleme jeweils für ein Teilgebiet. Als Abgrenzung dieser Teilgebiete werden die bestehenden Anschlussbereichsgrenzen im Festnetz der A1 Telekom Austria herangezogen („Scorched Node“-Ansatz.²²). Die ingenieurmäßige Bottom-Up-Berechnung der dafür erforderlichen Trassen und Netzkomponenten sowie der erforderlichen Investitionen erfolgt somit jeweils für die geographische Ausdehnung eines Anschlussbereiches. Dabei wird zunächst nicht von einer tatsächlich bestehenden Leitungsführung ausgegangen, sondern eine fiktive kostenoptimale Trassierung unter Berücksichtigung vorhandener geographischer Umstände ermittelt.

Die Berechnung erfolgt dabei jedoch nicht für alle Anschlussbereiche über die gesamte Fläche Österreichs, sondern beschränkt sich auf eine repräsentative Stichprobe, um sowohl die Rechenzeiten als auch die Kosten für die Beschaffung und Aufbereitung der geographischen Daten in vertretbaren Rahmen zu halten. Über die statistische Hochrechnung werden die Ergebnisse der Stichprobe auf die Gesamtheit aller Anschlussbereiche umgelegt.²³

4.1.2 „Scorched Node“-Ansatz und Pfadabhängigkeit von NGA

Das Modell geht von einem „Scorched Node“-Ansatz aus, modelliert somit die Anschlussbereichsgrenzen und die Standorte der Hauptverteiler (als Grenze zwischen Access-Net und Core-Net) nicht neu, sondern nimmt diese als exogen gegeben an. Innerhalb dieser Grenzen wird zunächst unabhängig von bestehender Netzinfrastruktur ein abstraktes Zugangsnetz mit effizienter Struktur aufgebaut, das dem Stand der Kupferanschlussnetztechnologie entspricht. Ziel ist dabei die effiziente Bedienung der vorhandenen Anzahl von Kunden, welche als exogener Faktor in das Rechenmodell eingeht und mit dem bestehenden Teilnehmervolumen unter Berücksichtigung der geographischen Verteilung gleichgestellt wird. Das so konstruierte Netz wird mit Wiederbeschaffungswerten bewertet. Dieser „Scorched Node“-Ansatz wurde auch in der Vergangenheit beim Bottom-Up-Kostenrechnungsmodell für den Zugang zur Teilnehmeranschlussleitung angewendet.

²² Zum „Scorched Node“-Ansatz siehe Abschnitt 4.1.2

²³ Zur Hochrechnung siehe Abschnitt 4.3

Das NGA-Netz der A1 Telekom Austria baut auf dem bestehenden Kupferanschlussnetz auf. Insbesondere gelangen vorhandene Kupferleitungen (teilweise) weiter zum Einsatz. Dieser Umstand wird von der Modellierung berücksichtigt, indem hier auf bereits vorhandenen Infrastrukturen eines herkömmlichen Anschlussnetzes aufgesetzt wird. Neben Kupferleitungen betrifft dies allenfalls vorhandene und mitbenutzbare Kabelkanäle und ähnliche Infrastrukturen sowie bereits vorhandene Glasfaserleitungen, die nach der Empfehlung 2013/466/EU in der Kostenrechnungsmethode zu berücksichtigen sind.²⁴

Bei der Modellierung eines NGA-Netzes besteht somit insofern eine Pfadabhängigkeit, als auf einem (fiktiv optimalen) Kupfernetz aufgesetzt wird und dieses um Glasfaserleitungen und entsprechende Komponenten erweitert und damit zu einem NGA-Netz ausgebaut bzw. aufgerüstet wird. Das System RTR_ACCNET wurde dementsprechend gestaltet.²⁵

4.1.3 Abgrenzung Access – Core

In der Vergangenheit stellte bei herkömmlichen Kupferanschlussnetzen der Hauptverteilerstandort als erster Punkt der Konzentration des Verkehrs die Grenze zwischen dem Zugangsnetz (Access) und dem Kernnetz (Core) dar. Diese Betrachtungsweise wird nun auch im Fall der Modellierung eines NGA-Netzes in Übereinstimmung mit den Modellannahmen des Bottom-Up-Kostenrechnungsmodells für die Zusammenschaltung im Festnetz²⁶ beibehalten. In diesem Abschnitt folgen weitere Überlegungen zur Abgrenzung Access – Core.

Ausgangspunkt der Modellierung beim Bottom-Up-Kostenrechnungsmodell für die Zusammenschaltung sind die bestehenden Knotenstandorte des Zugangsnetzes, in denen aller Verkehr von den Teilnehmern zusammenläuft und in den Systemen des Verbindungsnetzes erstmals konzentriert wird. Diese Standorte sind bei klassischen festnetzgebundenen Sprachtelefonnetzen aus Kupferanschlussnetzen und POTS/ISDN-Vermittlungssystemen des PSTN als Hauptverteilerstandorte (HVt) bekannt. Die Abgrenzung zum Anschlussnetz ist bei NGN-Netzen nicht mehr so eindeutig beschreibbar wie bei dem klassischen PSTN, sondern kann vielmehr von den implementierten FTTx-Zugangsarchitekturen abhängen.²⁷

Schematisch lässt sich das Telekommunikationsnetz entsprechend der nachfolgenden Abbildung 2 darstellen. Die ganz rechts skizzierte Wolke stilisiert dabei das eigentliche Dienste erbringende IP-Kernnetz, wobei die mittlere Wolke eine reine Verkehrskonzentration zur Aufgabe hat und die Wolke ganz links die Teilnehmeranschlusstechnologie eines NGA-Netzes kennzeichnet. Die Schnittstelle zwischen Zugangsnetz und Konzentrationsnetz bildet der MPoP (Metropolitan Point of Presence) entsprechend der EU-Nomenklatur.²⁸ Diese

²⁴ Nummer 32 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 25

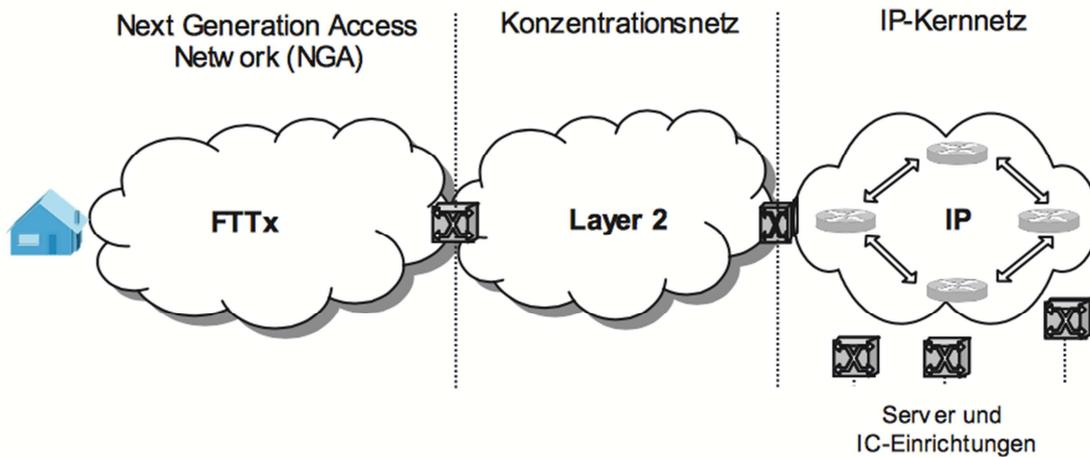
²⁵ Zur Arbeitsweise des Systems RTR_ACCNET siehe Abschnitt 4.2.2

²⁶ vgl. *WIK-Consult* (2011), S. 5

²⁷ vgl. *WIK-Consult* (2011), S. 1

²⁸ Vgl. *Europäische Kommission* (2010), S. 40

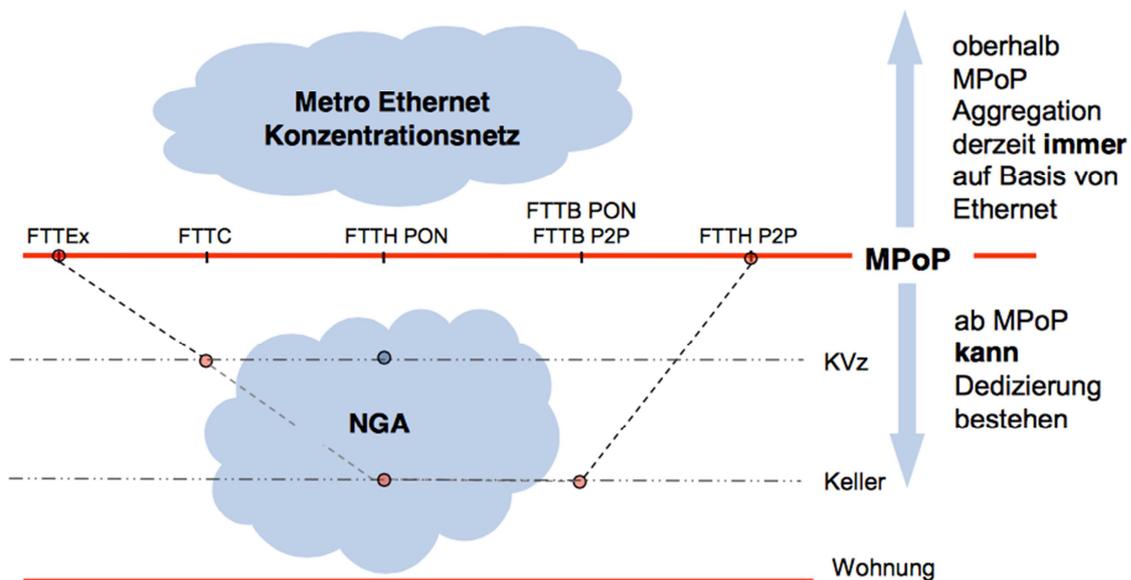
Standorte gelten wegen ihrer Abhängigkeit vom Zugangnetz als modellexogen gesetzt und bilden die unterste Ebene der Netzknotenstandorte des Bottom-Up-Kostenrechnungsmodells für die Zusammenschaltung.²⁹



Quelle: WIK-Consult 2011, S. 5

Abbildung 2: Netzsegmente im Festnetz

Die folgende Abbildung 3 vermittelt einen Eindruck davon, inwiefern die Demarkationspunkte (im Sinne des Endes einer dedizierten Anschlussverbindung) auf Grund der Heterogenität der NGA-Architekturen unterschiedlich positioniert sein können. Nur bei FTTEEx und FTTH P2P fällt der Demarkationspunkt mit dem MPoP (Metropolitan Point of Presence) zusammen. Ansonsten liegt der Demarkationspunkt innerhalb des Access Netzes (NGA), d.h. teilnehmerseitig vom MPoP.



Quelle: WIK-Consult 2014, S. 18

Abbildung 3: MPoP als Standort der untersten Netzebene im Konzentrationsnetz

²⁹ vgl. WIK-Consult (2011), S. 5

Für die Zwecke der Kostenmodellierung wird in Übereinstimmung mit der entsprechenden EU-Nomenklatur³⁰ und mit der Abgrenzung des Kostenrechnungsmodells für die Zusammenschaltung im Festnetz der MPoP und damit der Hauptverteilerstandort als modellexogene Grenze zwischen dem Kern- und dem Zugangsnetz herangezogen.

4.1.4 Klassifikation des Siedlungsraums

Die Auswahl der repräsentativen Stichprobe von Anschlussbereichen erfolgt an Hand einer Klassifikation des österreichischen Siedlungsraums, die wesentlich durch die Siedlungsstruktur bestimmt wird, da die Kosten der Anschlussnetzinfrastruktur wesentlich von den Grabungskosten bestimmt sind, die ihrerseits wieder von der Siedlungsdichte abhängen. Die Klassifikation des österreichischen Siedlungsraumes wurde im Rahmen einer Studie durch das Institut für Stadt- und Regionalforschung an der Technischen Universität Wien vorgenommen.³¹

Die Analyse erfolgte in einem zweistufigen Verfahren:

- Grobklassifikation der Anschlussbereiche
- Clusteranalyse zur Typisierung des ländlichen Raumes

Bei der Grobklassifizierung handelt es sich um ein normativ hierarchisches Verfahren zur groben Festlegung von Dichteklassen, in dem über die Bevölkerungsdichte (Einwohner bezogen auf den Dauersiedlungsraum) folgende Klassen unterschieden wurden:

- Urban hohe Dichte; geschlossene, verdichtete Bebauung
- Suburban mittlere Dichte; überwiegend geschlossenen Bebauung; ursprünglich ländliche Siedlungsformen
- Kleinstädtisch mittlere bis geringere Dichte, städtisch klassifizierte Ortschaftsbestandteile; kleine und mittlerer Bezirksstädte sowie historisch gewachsene wenig überformte Kleinzentren
- Touristisch verdichtet grundsätzlich vergleichbar mit suburbanem Typ; stark vom Tourismus geprägt, daher hohe Anschlussdichte bei geringerer Bevölkerungsdichte
- Rural Residualkategorie

Für die weitere Klassifizierung des ländlichen Raumes (Kategorie: Rural) wurde eine Clusteranalyse mit folgenden Eingangsvariablen durchgeführt:

³⁰ vgl. *Europäische Kommission* (2010), S. 40

³¹ siehe *Feilmayr/Kalasek* (2000)

- Bevölkerungsdichte (bezogen auf die Gesamtfläche und Dauersiedlungsraum)
- Anteil der Bevölkerung in Ortschaftsbestandteiltypen:
 - Stadt/Stadtteil
 - Markt/Dorf/Siedlung
 - Weiler/Rotte
 - Streusiedlung
- Zugehörigkeit (Anteilswerte) zu bestimmten historischen Siedlungsformen:
 - Märkte und Dörfer
 - Weiler/Streusiedlungen ohne größeres Siedlungszentrum
 - Weiler/Streusiedlungen mit größerem Siedlungszentrum
- Anzahl der Ortschaftsbestandteile
- Bevölkerungs- und Gebäudeanteile in den drei größten Ortschaftsbestandteilen
- Bevölkerungsdynamik
- Anzahl der Übernachtungen

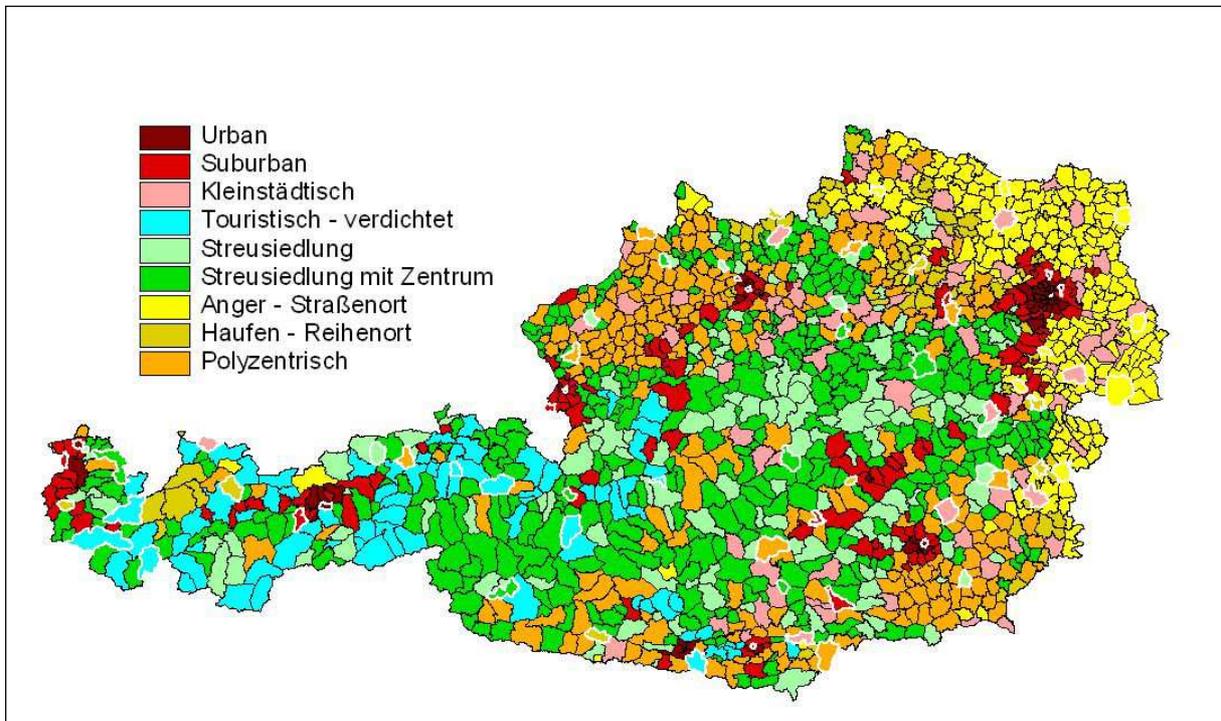
Ergebnis der Analyse sind fünf Typen:

- **Streulage**
 charakterisiert durch den Typus einer Streusiedlung mit disperser Bevölkerungsverteilung.
 Hauptverbreitungsgebiet: gesamter alpiner Raum.
- **Streusiedlung mit Zentrum**
 im Gegensatz zur Streulage weist dieser Typ ein Zentrum oder einige (wenige) kleine Zentren (Kirchort) auf.
 Hauptverbreitungsgebiete: alpiner Raum, Bucklige Welt, östliches Mühlviertel.
- **Anger- bzw. Straßendorf**
 Bevölkerungskonzentration im Hauptort; unterdurchschnittliche Anzahl von Ortschaftsbestandteilen.
 Hauptverbreitungsgebiete: fast ausschließlich Weinviertel und Burgenland.
- **Reihen- und Haufenorte**
 im Gegensatz zu Anger- und Straßendorf geringere Ausprägung der räumlichen Konzentration.
 Hauptverbreitungsgebiete: Umgebung von Krems und St. Pölten, nördliches Wald- und Mühlviertel (Grenze zur Tschechischen Republik; hier vor allem als Reihenort), Tiroler Lechtal (Sonderform: Massendorf).
- **Polyzentrische Siedlungsstruktur**
 größere Zahl von eher kleinen Dörfern und Märkten je Anschlussbereich (durchschnittlich

44).

Hauptverbreitungsgebiete: Hügelländer des Inn- und Hausruckviertels, Südoststeiermark.

Eine nachfolgende Analyse der Verteilung von Teilnehmeranschlüssen, Grundstückspreisen und Wanderungszahlen über die abgegrenzten Typen zeigte, dass die einzelnen Gruppen äußerst homogen sind und sich statistisch signifikant voneinander unterscheiden.



Quelle: vgl. *Feilmayr/Kalasek* 2000, S. 15

Abbildung 4: Typisierung der österreichischen Siedlungsstruktur

4.1.5 Modellierete Anschlussbereiche

Bei der Auswahl einer repräsentativen Stichprobe von Anschlussbereichen wurde nach folgenden Kriterien vorgegangen:

1. Die verwendeten Anschlussbereiche sind "robust" (gleich bleibende Definition in unterschiedlichen Gebietsständen; keine offensichtlichen Fehler in einzelnen Variablen; daher waren keine "händischen" Korrekturen notwendig)
2. Zugehörigkeit zu vergleichbaren Typen in beiden Analysen³²
3. Entfernung zum Clusterzentrum (Auswahl besonders typischer Anschlussbereiche)
4. Ähnliche statistische Werte (Mittelwert, Standardabweichung) der einzelnen Typen in der Stichprobe und der Grundgesamtheit
5. Regionale Streuung

³² Zur näheren Vorgangsweise vgl. *Feilmayr/Kalasek* (2000).

Insgesamt wurden 85 Anschlussbereiche in die repräsentative Stichprobe aufgenommen.³³ Darin ist die folgende Anzahl an Anschlussbereichen je Geotyp enthalten:

- Urban (C1) : 9 ASB
- Suburban (C2): 8 ASB
- Kleinstädtisch (C3): 11 ASB
- Touristisch Verdichtet (C4): 10 ASB
- Streusiedlung (C5): 9 ASB
- Streusiedlung mit Zentrum (C6): 10 ASB
- Anger-Straßenort (C7): 8 ASB
- Haufen-Reihenort (C8): 11 ASB
- Polyzentrisch (C9): 9 ASB

4.2 RTR_ACCNET Netzmodellierung

4.2.1 Die Forschungsgesellschaft der FH Kärnten mbH

Die Forschungsgesellschaft der FH Kärnten mbH stellt als Tochterunternehmen der Fachhochschule Kärnten, gemeinnützige Privatstiftung, die Transferplattform für Dienstleistungen aus dem hochschulischen Bereich dar. Das Kernkompetenzzentrum Netzwerksimulation und -optimierung bildet einen der fünf Geschäftsbereiche der Forschungs-GmbH. Das Zentrum verfügt über die folgenden Kernkompetenzen:

- Entwicklung und softwaremäßige Implementierung von Optimierungsmodellen für den Ausbau von Hybridnetzen im Zugangsnetzbereich. Die Modelle unterstützen dabei einerseits die Minimierung von Investitionskosten und andererseits die Maximierung des Grenznutzens von Erlösen und Investitionskosten.
- Transfer von Simulationsergebnissen (Studien) für spezielle Fragen im Zusammenhang mit Netzausbauvorhaben im Zugangsnetzbereich (Synergiepotentiale unterschiedlicher Geschäftsfelder, Attraktivitätsgrad von Ausbaugebieten etc.).
- Bereitstellung bzw. Aufbereitung von Geoinformations-Basisdaten (räumliche Topologie, Populationscharakteristika etc.) für den Betrieb der Optimierungsmodelle.

Im letzten Jahrzehnt wurden dahingehend für insgesamt fünf renommierte Netzwerkerrichter und -betreiber im Europäischen Raum und für die RTR-GmbH Dienstleistungen erbracht.

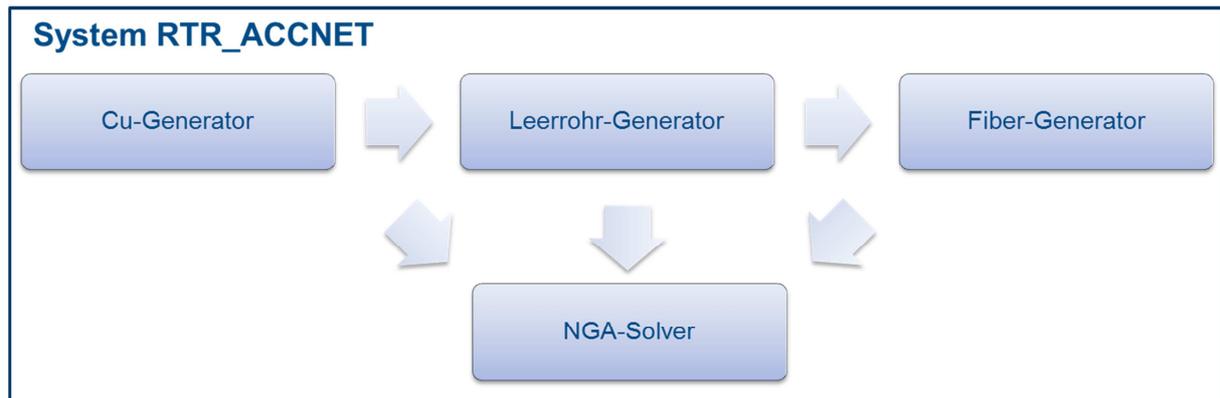
Die Basis entsprechender Dienstleistungen bilden die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der zum Kompetenzzentrum assoziierten hochschulischen Mitarbeiter. Diese Personengruppe umfasst Senior-Researcher (Post-doc, fach einschlägig in

³³ Eine Auflistung der konkreten Anschlussbereiche ist zu finden in Anhang B: Anschlussbereiche der Stichprobe.

den Bereichen mathematische Modellbildung und Optimierung und Netzwerktechnik) und Key-Researcher (Post-graduate, facheseinschlägig in den Bereichen Kommunikations-, Netzwerktechnik und Expertensysteme).

4.2.2 Arbeitsweise des Systems RTR_ACCNET

Die einzelnen Komponenten des Systems RTR_ACCNET sind in der unten stehenden Abbildung 5 dargestellt und deren Funktionen werden in der Folge kurz beschrieben.³⁴



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an *FH Kärnten* 2015a, S. 2

Abbildung 5: Komponenten des Systems RTR_ACCNET

Ausgangspunkt der Modellierung eines NGA-Netzausbaus stellt eine fiktiv bestehende effiziente Kupferanschlussnetzinfrastruktur dar,³⁵ die in der Geographie eines Anschlussbereiches verteilte Anschlussobjekte mit einem vorzugebenden Versorgungsgrad in optimaler Weise an den vorgegebenen Hauptverteilerstandort anbindet. Diese Berechnung wird in der Komponente des „Cu-Generators“ vorgenommen.

Ein Element der Anforderungen an eine Bottom-Up-Modellierung stellt die (Mit-)Benutzung von bestehenden baulichen Anlagen dar.³⁶ Dabei wird es sich im Fall einer leitungsgebundenen Anschlussnetzinfrastruktur vor allen um Kabelkanäle, Kabelkanalanlagen, Rohrverbünde etc. sowie um unbeschaltete Glasfasern handeln. Da dazu seitens der RTR-GmbH keine Daten von A1 Telekom Austria vorliegen,³⁷ solche in der Vergangenheit auch nicht beschafft werden konnten und dessen ungeachtet ein fiktives effizientes Netz modelliert werden soll, wird auch diese Infrastruktur im Rahmen eines „Leerrohr-Generators“ sowie eines „Fiber-Generators“ emuliert. Das Ausmaß und die Kapazität der fiktiv bestehenden und durch einen NGA-Ausbau (mit-)nutzbaren Infrastrukturen kann im System RTR_ACCNET durch entsprechende Inputparameter beeinflusst werden.

³⁴ Für eine tiefergehende Beschreibung siehe *FH Kärnten* (2015a).

³⁵ Zur Pfadabhängigkeit eines NGA-Ausbaus vgl. Abschnitt 4.1.2

³⁶ Vgl. Abschnitt 2.2 sowie Nummer 32 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 25

³⁷ Sofern zukünftig solche Daten vorliegen sollten, besteht die Möglichkeit, Echtdaten von Betreibern zu bestehender Infrastruktur einzuspielen und im NGA-Modell 2015 zu berücksichtigen.

Sodann wird auf Basis einer solcherart modellierten (bestehenden) Infrastruktur aus Kupferkabeln, Leerverrohrungen und unbeschaltete Glasfasern eine kostenoptimale NGA-Netzinfrastruktur errichtet, wobei Mindestversorgungsgrade und Bandbreiten vorgegeben werden können. Das System RTR_ACCNET ermittelt Investitionswerte (CAPEX) für die NGA-Netzinfrastruktur für die Anschlussbereiche der repräsentativen Stichprobe.

4.2.3 Verwendete Daten

Die Netzwerkgraphen werden auf Basis der Digitalen Katastralmappe (DKM) erzeugt. Die darin enthaltenen Polygone stellen die Grenzen von Landnutzungen dar und werden nach Bereinigung von möglichen Datenfehlern (z.B. offene oder sich selbst schneidende Polygone) als Ausgangsbasis für die Konstruktion der Netzwerkgraphen verwendet.

Für alle als Gebäude klassifizierten Polygone (mit einer Fläche von mind. 60m²) wird das geometrische Zentrum bestimmt und als potentielles Anschlussobjekt (Kabelausslässe) in den Graphen übernommen. Liegt das geometrische Zentrum außerhalb des Polygons, so wird dieser auf den nächstgelegenen (Euklidische Distanz) bestehenden Knoten des Polygons verschoben. Die so erzeugten Anschlussobjekte werden mit Hilfe von orthogonalen Projektionen an den Netzwerkgraphen angebunden.³⁸

Die folgenden Daten werden im Rahmen des System RTR_ACCNET herangezogen:

1. Geographische Grunddaten

- Regionalstatistischer 100m-Raster der Statistik Austria (Stand Juli 2014) mit folgenden Attributen:
 - Wohnbevölkerung (Anzahl der Personen mit Hauptwohnsitz)
 - Anzahl der Personen mit Nebenwohnsitz
 - Anzahl der Gebäude
 - Anzahl der Wohngebäude
 - Anzahl der Wohnungen
- Digitale Katastral-Mappe des Bundesamts für Eich- und Vermessungswesen
 - Stichtagsdaten des Grundstücksverzeichnisses
- Anschlussbereichsgrenzen und Hauptverteilerstandorte von A1 Telekom Austria

2. Nachfragedaten

- Verteilung und Art der Nachfrage im Anschlussnetz von A1 Telekom Austria (abzufragen)

³⁸ vgl. *FH Kärnten* (2015a), S. 5

3. Investitions- und Preisparameter für Infrastruktur und technische Systeme

- Grabungskosten unterschieden nach Nutzungsklassen und Geotypen (werden im Rahmen der Konsultation erhoben)
- Kosten für Cu-Kabel und Glasfaserkabel sowie Kabelkanäle für Glasfaser (werden im Rahmen der Konsultation erhoben)
- Kosten für Cu-Knoten-Infrastruktur wie Abzweig- und Verbindungsmuffen, Kabelverzweiger, Kabelauslässe etc. sowie Kosten für Glasfaserknoten-Infrastruktur wie Muffen und Splitter (werden im Rahmen der Konsultation erhoben)
- Sonstige Inputkostenparameter (werden im Rahmen der Konsultation erhoben)

4. Struktur- und Modellparameter

- Dienen der Netzoptimierung und einer laufzeitstabilen Berechnung und werden im Rahmen der Rechendurchläufe festgelegt.

Prinzipiell sei darauf hingewiesen, dass je Anschlussbereich (ASB) ein eigener Datensatz erstellt und auch unter einem separaten Namen abgespeichert werden kann. Somit könnte bei den Grabungskosten (auch wenn diese je Landnutzungsklasse zur Anwendung gelangen) zusätzlich zwischen den verschiedenen Typen der Siedlungsstruktur unterschieden werden. Damit könnte beispielsweise berücksichtigt werden, dass Grabungskosten auf Bauland im urbanen Raum teurer sind, als etwa im ruralen Raum mit polyzentrischer Siedlungsstruktur. Es wird daher beabsichtigt, Grabungskosten nach den Siedlungstypen unterschieden zu erheben.

4.3 Hochrechnung

Das System RTR_ACCNET berechnet Investitionswerte für die repräsentative Stichprobe der Anschlussbereiche.³⁹ Um Investitionswerte für ganz Österreich zu erhalten, ist eine Hochrechnung der Stichprobenergebnisse auf die Grundgesamtheit aller Anschlussbereiche erforderlich.

Für die Hochrechnung wird eine multivariate Regressionsanalyse⁴⁰ als Erklärungsmodell zur Berechnung der Investitionskosten je Teilnehmeranschlussleitung herangezogen werden, die basierend auf den neuen Daten und ermittelten Investitionswerten parametrisiert werden wird.

Multivariate Regressionsmodelle haben sich in einer Reihe von betriebswirtschaftlichen Anwendungen, insbesondere bei Prognoseproblemen, als robustes und effizientes Werkzeug herausgestellt.

³⁹ vgl. Abschnitt 4.1

⁴⁰ Ähnlich der Vorgehensweise in *Hartl/Kopp/Lukanowicz/Pahs (2005)*, S. 46 - 48

Aus den Prognosewerten sollen durchschnittliche Kosten je Anschlusseinheit bzw. (TASL) berechnet werden. Für die Parameter ist beabsichtigt – wie zuletzt – 95%-Konfidenzintervalle anzugeben. Für die Schätzung steht neben einer Batterie soziodemografischer Variablen wiederum die Typisierung der Anschlussbereiche in Form von neun Clustern⁴¹ zur Verfügung. Letztlich soll in Bezug auf die statistische Hochrechnung der Investitionswerte je Teilnehmeranschlusseinheit methodisch anlog zum bisherigen Modell vorgegangen werden.

4.4 Modul zur Kostenermittlung

Das System RTR_ACCNET sowie die darauffolgende Hochrechnung liefert die Werte für Einmalinvestitionen zur Errichtung der Anschlussnetzinfrastruktur (CAPEX). Diese einmaligen Investitionswerte werden in der weiteren Folge der Berechnungen im Modul zur Kostenermittlung auf monatliche Werte umgelegt (Annuisierung der CAPEX) und um weitere Kostenbestandteile wie Zinskosten und Betriebskosten sowie Overhead (OPEX) ergänzt. Dabei können einerseits ein statischer Ansatz (unter Vernachlässigung von Zinseszinsseffekten) oder ein dynamischer Ansatz verfolgt werden. Diese werden im vorliegenden Abschnitt erläutert.

4.4.1 Statischer Ansatz

Die zeitliche Abgrenzung von Investitionswerten kann im Rahmen eines herkömmlichen statischen Ansatzes mittels der Methode der linearen Abschreibung erfolgen, indem die Investitionswerte auf die Nutzungsdauer des Anlagegutes verteilt werden. Für die Opportunitätskosten des gebundenen Kapitals wird das durchschnittlich gebundene Kapital mit dem Kapitalkostenzinssatz gemäß dem Ansatz der durchschnittlich gewichteten Kapitalkosten (WACC) angesetzt. Als weitere Kostenbestandteile fließen jährliche Zusatzkosten je Anschlusseinheit (z.B. für die Verwaltung der Anschlussnetzinfrastruktur wie Planung und Evidenzhaltung), ein Betriebskostenaufschlag (für Personal, Wartung, etc, der in Abhängigkeit von der Abschreibung ermittelt wird) sowie ein Markup für die Deckung der Unternehmensgemeinkosten (Overhead) ein.

Die folgende Formel stellt diese Berechnungsmethodik für die monatlichen Mietkosten m dar.

$$m = \left(\frac{Invest * WACC}{2} \right) * \frac{1}{12} + \left(\frac{Invest}{ND} + Zusatzkosten + \frac{Invest}{ND} * Bka \right) * (1 + MU) * \frac{1}{12}$$

Formel 1: Berechnung der monatlichen Mietkosten – statischer Ansatz

Der erste Term ermittelt die Kosten des durchschnittlich eingesetzten Kapitals.

Anschließend werden, versehen mit einem Markup-Aufschlag, die Kosten für

⁴¹ vgl. Feilmayr/Kalasek (2000) bzw. Abschnitt 4.1.4

- den Wertverzehr der Investition (AfA)
 - die zusätzlichen jährlichen Kosten für Evidenthaltung und Planzeug und
 - die jährlichen operativen Kosten
- veranschlagt.

4.4.2 Dynamischer Ansatz

Wendet man einen dynamischen Ansatz an, so fließen als weitere Parameter die Preisänderungsrate sowie die Produktivitätssteigerungsrate ein, die in einem gemeinsamen Faktor *RPIX* dargestellt werden.

Folgende Formeln stellen die Berechnungsmethodik für die monatlichen Mietkosten *m* nach dem dynamischen Ansatz dar.

$$\text{jährliche Mietkosten} = \text{Invest} * RI_{ann} + \text{Zusatzkosten} + \text{Markup} + \text{Bka}$$

$$\text{wobei } RI_{ann} = \frac{WACC}{WACC - RPIX} * \frac{WACC (1 + WACC)^T}{(1 + WACC)^T - 1}$$

Formel 2: Berechnung der jährlichen Mietkosten – dynamischer Ansatz⁴²

$$m = \text{jährliche Mietkosten} * \frac{(1 + WACC_{mon})^{12} WACC_{mon}}{(1 + WACC_{mon})^{12} - 1}$$

$$\text{wobei } WACC_{mon} = \sqrt[12]{1 + WACC} - 1$$

Formel 3: Überführung der jährlichen zu monatlichen Mietkosten – dynamischer Ansatz⁴³

Die solcherart nach diesem dynamischen Ansatz ermittelten monatlichen Mietkosten kommen dann über jenen des statischen Ansatzes zu liegen, wenn eine jährliche Preissteigerung (z.B. bei Grabungskosten) angenommen wird.

Im Rahmen des Bottom-Up-Kostenrechnungsmodells für die Zusammenschaltung im Festnetz wird die folgende Formel zur Annuisierung der CAPEX herangezogen:

$$RI_{ann} = \frac{1}{q} * \frac{(1 - q)}{(1 - q^n)}$$

$$\text{wobei } q = \frac{(1 + g) * (1 + \Delta p)}{1 + WACC}$$

Formel 4: Berechnung der jährlichen Mietkosten bei Zusammenschaltung⁴⁴

⁴² Vgl. Hartl, B./Kopp, M./Lukanowicz M./Pahs M. (2005), S 57.

⁴³ Diese Formel ist nur für die Überführung von vorschüssigen und nicht für nachschüssige Jahresbeträge anzuwenden.

wobei

g = prognostizierte durchschnittliche Wachstumsrate des Leistungsvolumens der Anlage während der wirtschaftlichen Lebensdauer der Anlage und

Δp = durchschnittliche erwartete Veränderungsrate im Preis der Anlage (als Modern Equivalent Asset) während der wirtschaftlichen Lebensdauer der Anlage darstellen.

Beide oben dargestellten Berechnungsmethoden könnten im Rahmen eines dynamischen Ansatzes zur Anwendung gelangen.

Das Modul zur Kostenermittlung führt letztlich zu einem Endergebnis des NGA-Modells 2015, das kostenorientierte monatliche Überlassungsentgelte ausweist. Inwiefern solche kostenorientierten Entgelte dann auch tatsächlich zur Anwendung gelangen oder andere Preisbildungsmethoden herangezogen werden, ist Gegenstand und Ergebnis von entsprechenden Marktanalyseverfahren vor der Telekom-Control-Kommission.

⁴⁴ vgl. *WIK-Consult* (2011), S 97f

5 Anhang A: Verzeichnisse

5.1 Literaturverzeichnis

- Belfin R./ Lukanowicz M (1999): Ansatz der Forward Looking Long Run Incremental Costs zur Berechnung von kostenorientierten Zusammenschaltungsentgelten, Positionspapier der Telekom-Control Österreichische Gesellschaft für Telekommunikationsregulierung mbH, Wien 1999,
(<http://www.rtr.at/web.nsf/deutsch/Telekommunikation~Netzzugang~Zusammenschaltung~ZusammenschaltungEinleitung~Kostenrechnungsmodelle>)
- Europäische Kommission (2010): Empfehlung 2010/572/EU der Europäischen Kommission vom 20. September 2010 über den regulierten Zugang zu Zugangsnetzen der nächsten Generation (NGA), ABI L 124 vom 25.9. 2010, S. 35
(https://www.rtr.at/de/tk/Empfehlungen/1441_Empfehlung_572_2010_EU.pdf)
- Europäische Kommission (2013a): Empfehlung 2013/466/EU der Europäischen Kommission vom 11. September 2013 über einheitliche Nichtdiskriminierungsverpflichtungen und Kostenrechnungsmethoden zur Förderung des Wettbewerbs und zur Verbesserung des Umfelds für Breitbandinvestitionen, ABI. L 251 vom 21.9.2013, S. 13
(https://www.rtr.at/de/tk/Empfehlungen/1441_Empfehlung_466_2013_EU.pdf)
- Europäische Kommission (2013b): Mitteilung 2013/C 25/01 der Europäischen Kommission über Leitlinien der EU für die Anwendung der Vorschriften über staatliche Beihilfen im Zusammenhang mit dem schnellen Breitbandausbau, ABI. C 25 vom 26.01.2013, S. 1 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2013:025:0001:0026:DE:PDF>)
- Feilmayr, W./Kalasek, R. (2000): Klassifikation des österreichischen Siedlungsraums, Bericht für Telekom Control GmbH; 2000
- FH Kärnten (2015a): Systembeschreibung RTR_ACCNET, Methoden- und User-Referenzen, Version 1.2 vom 6.5.2015, Spital/Drau (https://www.rtr.at/de/tk/tasl_modell)
- FH Kärnten (2015b): Benutzerhandbuch RTR_ACCNET, Installation und Betrieb, Version 1.2 vom 7.5.2015, Spital/Drau (https://www.rtr.at/de/tk/tasl_modell)
- Hartl, B./Kopp, M./Lukanowicz M./Pahs M. (2005): Wirtschaftliches Gutachten für die Telekom-Control-Kommission in dem Verfahren Z 7/04
- WIK-Consult (2011): Referenzdokument – Erstellung von Bottom-up Kostenrechnungsmodellen zur Ermittlung der Kosten der Zusammenschaltung in Festnetzen und Mobilnetzen, Referenzdokument Festnetz, 21. Jänner 2011, Bad Honneff
(https://www.rtr.at/de/tk/fn_modell/Referenzdokument_Festnetz_V2.pdf)

WIK-Consult (2014): Referenzdokument – Analytisches Kostenmodell für das Breitbandnetz, Version 2.2, 22. Dezember 2014, Bad Honneff
(http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe_Methoden/Kostenmodelle/Breitbandnetz2x/Refdok_NGN_v2_2_201412.pdf?__blob=publicationFile&v=6)

5.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Elemente des NGA-Modells 2015	10
Abbildung 2: Netzsegmente im Festnetz	13
Abbildung 3: MPoP als Standort der untersten Netzebene im Konzentrationsnetz	13
Abbildung 4: Typisierung der österreichischen Siedlungsstruktur	16
Abbildung 5: Komponenten des Systems RTR_ACCNET	18

5.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Urban (C1)	27
Tabelle 2: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Suburban (C2)	27
Tabelle 3: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Kleinstädtisch (C3)	28
Tabelle 4: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Touristisch Verdichtet (C4)	28
Tabelle 5: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Streusiedlung (C5)	29
Tabelle 6: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Streusiedlung mit Zentrum (C6)	29
Tabelle 7: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Anger-Straßenort (C7)	29
Tabelle 8: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Haufen-Reihenort (C8)	30
Tabelle 9: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Polyzentrisch (C9)	30
Tabelle 10: Landnutzungsklassen im System RTR_ACCNET	32

5.4 Formeln

Formel 1: Berechnung der monatlichen Mietkosten – statischer Ansatz	21
Formel 2: Berechnung der jährlichen Mietkosten – dynamischer Ansatz	22
Formel 3: Überführung der jährlichen zu monatlichen Mietkosten – dynamischer Ansatz	22
Formel 4: Berechnung der jährlichen Mietkosten bei Zusammenschaltung	22

5.5 Abkürzungsverzeichnis

AfA	Abschreibung für Anschaffung
ARU	Access Remote Unit (DSLAM außerhalb des Hauptverteilerstandorts)
ASB	Anschlussbereich
BU-LRIC+	Bottom-Up Long-run Incremental Costs Plus
CAPEX	Capital Expenditures (Investitionskosten)
Cu-	Kupfer-
CuDA	Kupferdoppelader
DKM	Digitale Katastralmappe
DSLAM	Digital-Subscriber-Line-Access-Multiplexer
FL-LRAIC	Forward Looking Long Run Average Incremental Cost
FTTB	Fibre to the building (CuDA bis zum Hausverteiler)
FTTC	Fibre to the cabinet/curb (CuDA bis zum KVz)
FTTEx	Fibre to the exchange (CuDA bis zum HVt bzw. MPoP)
FTTH	Fibre to the home
FTTx	Fibre to the x (curb/building/home etc.)
HVt	Hauptverteiler
ISDN	Integrated Services Digital Network
KVz	Kabelverzweiger
MEA	Modern Equivalent Asset
MPoP	Metropolitan Point of Presence
NGA	Next-Generation-Access
NRB	Nationale Regulierungsbehörde
OPEX	Operational expenditure (Betriebskosten)
P2P	Point to Point Netz
PON	Passive Optical Network
POTS	Plain Old Telephony Service
PSTN	Public Switched Telephone Network
RAB	Regulatory Asset Base
TASL	Teilnehmer-Anschlussleitung
WACC	Weighted Average Cost of Capital (Kapitalkostenzinssatz)

6 Anhang B: Anschlussbereiche der Stichprobe

Die in den folgenden Tabellen aufgelisteten Anschlussbereiche werden im Rahmen des NGA-Modells 2015 mit dem System RTR_ACCNET modelliert.

Tabelle 1: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Urban (C1)

Nr	Taskey	Name
1	222 23	Wien Kagran, W
2	222 52	Wien Krugerstraße, W
3	222 65	Wien Taubstummengasse, W
4	316 31	Graz Geidorf, Stmk
5	463 05	Klagenfurt Mitte, Ktn
6	512 04	Innsbruck Pradl, T
7	557402	Bregenz Mitte, Vbg
8	662 07	Salzburg Paris Lodron, Sbg
9	732 04	Linz Haydnstraße, OÖ

Tabelle 2: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Suburban (C2)

Nr	Taskey	Name
1	224402	Langenzersdorf, NÖ
2	274208	St. Pölten – Ost, NÖ
3	357702	Zeltweg, Stmk
4	435202	Wolfsberg, Ktn
5	523407	Axams, T
6	557702	Lustenau, Vbg
7	624702	Großgmain, Sbg
8	732 22	Linz – Puchenau, OÖ

Tabelle 3: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Kleinstädtisch (C3)

Nr	Taskey	Name
1	266202	Gloggnitz, NÖ
2	268202	Eisenstadt, Bgld
3	295202	Hollabrunn, NÖ
4	317202	Weiz, Stmk
5	335202	Oberwart, Bgld
6	423202	Völkermarkt, Ktn
7	427602	Feldkirchen in Kärnten, Ktn
8	567702	Vils, T
9	724802	Grieskirchen, OÖ
10	775202	Ried im Innkreis, OÖ
11	794202	Freistadt, OÖ

Tabelle 4: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Touristisch Verdichtet (C4)

Nr	Taskey	Name
1	368702	Schladming, Stmk
2	425402	Faak am See, Ktn
3	525408	Vent, T
4	528902	Hausling, T
5	535702	Kirchberg in Tirol, T
6	544405	Ischgl, T
7	555602	Schruns, Vbg
8	558302	Lech, Vbg
9	643202	Bad Hofgastein, Sbg
10	654102	Saalbach, Sbg

Tabelle 5: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Streusiedlung (C5)

Nr	Taskey	Name
1	264108	Otterthal, NÖ
2	311608	St. Stefan im Rosental, Ktn
3	333702	Vorau, Stmk
4	524502	Hinterriß, T
5	524802	Steinberg am Rofan, T
6	557908	Buch, Vbg
7	723407	Rottenegg, OÖ
8	747102	Neustadl an der Donau, NÖ
9	774302	Maria Schmolln, OÖ

Tabelle 6: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Streusiedlung mit Zentrum (C6)

Nr	Taskey	Name
1	263208	Miesenbach, NÖ
2	276902	Türnitz, NÖ
3	361702	Gaishorn, Stmk
4	426208	Guttaring, Ktn
5	485305	Ainet, T
6	487502	Matrei, T
7	551306	Hittisau, Vbg
8	641508	Goldegg, Sbg
9	727808	Natternbach, OÖ
10	747402	Euratsfeld, NÖ

Tabelle 7: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Anger-Straßenort (C7)

Nr	Taskey	Name
1	214502	Prellenkirchen, NÖ
2	217502	Apetlon, Bgld

3	225308	Tattendorf, NÖ
4	253602	Drösing, NÖ
5	261602	Lockenhaus, Bgld
6	263802	Winzendorf, NÖ
7	284908	Echsenbach, NÖ
8	294408	Pfaffendorf, NÖ

Tabelle 8: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Haufen-Reihenort (C8)

Nr	Taskey	Name
1	226208	Leobendorf, NÖ
2	262708	Erlach an der Pitten, NÖ
3	271402	Rossatz, NÖ
4	332702	St. Michael bei Güssing, Bgld
5	335207	Kemeten, Bgld
6	335402	Bernstein, Bgld
7	383302	Traboch, Stmk
8	428602	Weißbriach, Ktn
9	526505	Nassereith, T
10	552402	Satteins, Vbg
11	794908	Leopoldschlag, OÖ

Tabelle 9: Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Polyzentrisch (C9)

Nr	Taskey	Name
1	274502	Pyhra, NÖ
2	282702	Schönbach, NÖ
3	332902	Jennersdorf, Bgld
4	333802	Lafnitz, Stmk
5	358402	Neumarkt in der Stmk
6	423502	Bleiburg, Ktn

7	533802	Kundl, T
8	621702	Mattsee, Sbg
9	771402	Esternberg, OÖ

7 Anhang C: Landnutzungsklassen

Die folgenden Landnutzungsklassen werden für die Berücksichtigung verschiedener Grabungskosten im System RTR_ACCNET unterschieden:

Tabelle 10: Landnutzungsklassen im System RTR_ACCNET

Waldweide
Keller_unter_fremden_Grund
Dauerkulturanlagen_oder_Erwerbsgaerten
Gebaeude
Parkplaetze
Streuwiese
Brachland
Bergmahd
Weide
Aecker_Wiesen_oder>Weiden
Acker
Wiese
Hutweide
Gaerten
Weingaerten
Alpen
Krummholzflaechen
Waelder
Verbuschte_Flaechen
Forststrassen
Fliessende_Gewaesser
Stehende_Gewaesser
Feuchtgebiete
Vegetationsarme_Flaechen
Betriebsflaechen
Gewaesserrandflaechen
Verkehrsrundflaechen
Tempel_Synagoge
Friedhoefe
Rechtlich_nicht_Wald
Rechtlich_Wald
Rechtlich>Weingarten
Rechtlich_kein>Weingarten
Gebaeudeebenflaechen
Abbauflaechen_Halden_und_Deponien
Deponie
Sonstige
Fels_und_Geroellflaechen
Gletscher
Streuobstwiese

Flugverkehrsanlage
Hafenanlage
Schienenverkehrsanlagen
Techn_Ver_und_Entsorgungsanlage
Strassenanlage
Freizeitflaechen
Lagerplatz
Werksgelaende
Querung_Waldweide
Querung_Keller_unter_fremden_Grund
Querung_Dauerkulturanlagen_oder_Erwerbsgaerten
Querung_Gebaeude
Querung_Parkplaetze
Querung_Streuwiese
Querung_Brachland
Querung_Bergmahd
Querung_Weide
Querung_Aecker_Wiesen_oder>Weiden
Querung_Acker
Querung_Wiese
Querung_Hutweide
Querung_Gaerten
Querung>Weingarten
Querung_Alpen
Querung_Krummholzflaechen
Querung_Waelder
Querung_Verbuschte_Flaechen
Querung_Forststrassen
Querung_Fliessende_Gewaesser
Querung_Stehende_Gewaesser
Querung_Feuchtgebiete
Querung_Vegetationsarme_Flaechen
Querung_Betriebsflaechen
Querung_Gewaesserrandflaechen
Querung_Verkehrsrandflaechen
Querung_Tempel_Synagoge
Querung_Friedhoeft
Querung_Rechtlich_nicht_Wald
Querung_Rechtlich_Wald
Querung_Rechtlich>Weingarten
Querung_Rechtlich_kein>Weingarten
Querung_Gebaeudeebenflaechen
Querung_Abbauflaechen_Halden_und_Deponien
Querung_Deponie
Querung_Sonstige
Querung_Fels_und_Geroellflaechen
Querung_Gletscher

Querung_Streuobstwiese
Querung_Flugverkehrsanlage
Querung_Hafenanlage
Querung_Schienenverkehrsanlagen
Querung_Techn_Ver_und_Entsorgungsanlage
Querung_Strassenanlage
Querung_Freizeitflaechen
Querung_Lagerplatz
Querung_Werksgelaende
Landwirtschaftlich_genutzte_Grundflaechen_LN
Sumpf
Bauflaeche_begruent
Wald
Unbekannt
Querung_Landwirtschaftlich_genutzte_Grundflaechen_LN
Querung_Sumpf
Querung_Bauflaeche_begruent
Querung_Wald
Querung_Unbekannt
Erholungsflaeche
Bauflaeche_befestigt
Projektion
Gewaesser_Ge_fliessend
Gewaesser_Ge_stehend
Weingaerten_Wgt
Querung_Erholungsflaeche
Querung_Bauflaeche_befestigt
Querung_Projektion
Querung_Gewaesser_Ge_fliessend
Querung_Gewaesser_Ge_stehend
Querung_Weingaerten_Wgt
Gaerten_Gt
Querung_Gaerten_Gt