

Wirtschaftliches Gutachten über die dem monatlichen Überlassungsentgelt für die entbündelte Teilnehmeranschlussleitung zugrundeliegenden Kosten

**Teilgutachten zum
Wirtschaftlichen Gutachten für die Telekom-Control-Kommission
im Verfahren M 1/15 Markt für den lokalen Zugang**

Gutachter:

Dr. Bernd Hartl

Dr. Martin Lukanowicz

Wien, im Jänner 2016

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Gutachtensauftrag	5
1.2	Gang des Verfahrens.....	6
1.3	Aufbau des Gutachtens	8
2	Zum verwendeten Kostenrechnungsansatz	8
3	Das Kostenrechnungsmodell	12
3.1	Anforderungen	12
3.2	Darstellung des Modells.....	13
4	Netzmodellierung	14
4.1	Einsatz der Netzmodellierung	14
4.2	Verwendete Geodaten	15
4.3	Inputparameter	15
4.3.1	Datensatz A	16
4.3.2	Datensatz B	16
4.3.3	Kritische Würdigung der Daten von A1TA und UPC.....	16
4.4	Skalierung des Anschlussnetzes.....	17
5	Die statistische Hochrechnung	18
5.1	Modellselektion	19
5.2	Die Prognosemodelle.....	19
5.3	Die erklärenden Modellvariablen.....	22
5.4	Validität des Modells	29
5.5	Vergleich der Ergebnisse der Hochrechnung.....	30
5.6	Ergebnisse im Detail	33
5.6.1	Regressionsergebnisse Datensatz A	33
5.6.2	Regressionsergebnisse Datensatz B	35
5.6.3	Regressionsergebnisse Datensatz A (2005)	36
5.6.4	Regressionsergebnisse Datensatz B (2005)	37
6	Ermittlung der monatlichen Kosten	38
6.1	Dynamischer Ansatz.....	38
6.2	Die Parameter des Kostenmoduls.....	39

6.3	Kapitalkostenzinssatz (WACC)	40
7	Ergebnisse	45
8	Gutachterliches Fazit	46
9	Schlussbemerkung	47
10	Anhang A: Verzeichnisse	48
10.1	Literaturverzeichnis	48
10.2	Abbildungsverzeichnis	50
10.3	Tabellenverzeichnis	51
10.4	Formeln	51
10.5	Abkürzungsverzeichnis	52
11	Anhang B: Anschlussbereiche der Stichprobe	53
12	Anhang C: Inputparameter	57

1 Einleitung

1.1 Gutachtensauftrag

Am 20.03.2015 hat die Telekom-Control-Kommission (TKK) das Verfahren M 1/15 eingeleitet und folgenden Gutachtensauftrag erteilt:

"Gemäß § 52 AVG werden Dr. Anton Schwarz, Mag. Paul Pisjak, Dr. Martin Lukanowicz, Dr. Kurt Reichinger, Dr. Bernd Hartl, Dr. Stefan Felder, Mag. Reinhard Neubauer, Mag. Martin Pahs, Dr. Denise Diwisch, Mag. Elisabeth Dornetshumer, Dr. Wilhelm Schramm, DI Dubravko Jagar und Mag. Philipp Sandner zu Amtssachverständigen bestellt und mit der Erstellung von Gutachten zu folgenden Themen beauftragt:

(1) Abgrenzung von Märkten im Bereich elektronischer Kommunikationsdienste und -netze nach den einschlägigen Grundsätzen des allgemeinen Wettbewerbsrechtes und Prüfung dieser Märkte, inwieweit die Voraussetzungen für die Feststellung als relevante Märkte iSd § 36 TKG 2003 vorliegen. Dabei sind insbesondere die Empfehlung 2014/710/EU der Europäischen Kommission vom 09. Oktober 2014 über relevante Produkt- und Dienstmärkte des elektronischen Kommunikationssektors, die aufgrund der Richtlinie 2002/21/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über einen gemeinsamen Rechtsrahmen für elektronische Kommunikationsnetze und -dienste für eine Vorabregulierung in Betracht kommen (ABI L 295 vom 11.10.2014, S 79), die derzeit der Regulierung unterliegenden Märkte sowie die seit Abschluss der zuletzt durchgeführten Verfahren gemäß §§ 36 ff TKG 2003 eingetretenen Entwicklungen zu berücksichtigen.

(2) Prüfung der Voraussetzungen für die Feststellung iSd § 36 TKG 2003, ob auf diesen relevanten Märkten jeweils ein oder mehrere Unternehmen über beträchtliche Marktmacht verfügen oder aber aus wirtschaftlicher Sicht effektiver Wettbewerb gegeben ist. Dabei sind auch jene Faktoren und Wettbewerbsprobleme zu identifizieren, die effektivem Wettbewerb gegebenenfalls entgegenstehen. In diesem Zusammenhang ist das Vorliegen ökonomischer Marktmacht zu untersuchen, wobei insbesondere die Kriterien des § 35 TKG 2003 nach Maßgabe ihrer Relevanz für die betreffenden Märkte zu berücksichtigen sind.

(3) Sollten die Amtssachverständigen Wettbewerbsprobleme identifizieren, werden sie beauftragt, darzulegen, welche konkreten spezifischen Verpflichtungen gemäß §§ 38 bis 45, § 47 oder § 47a TKG 2003 aus ökonomischer Sicht geeignet wären, den Wettbewerbsproblemen zu begegnen. Es ist eine qualitative Bewertung der Auswirkungen geeigneter spezifischer Verpflichtungen in Bezug auf das Prinzip der Verhältnismäßigkeit vorzunehmen und ihr Beitrag zur Förderung effektiven Wettbewerbs bzw zur Beschränkung der Auswirkungen der identifizierten Wettbewerbsprobleme zu erörtern. Vorgeschlagene spezifische Verpflichtungen sind

zu operationalisieren und gegebenenfalls die zugrunde liegenden Parameter (wie etwa Kosten) zu erheben und detailliert darzustellen.

Die Amtssachverständigen haben der Telekom-Control-Kommission regelmäßig über den Stand der Gutachtenserstellung, spätestens jeweils nach Abschluss der Begutachtung der Punkte 1., 2. und 3. zu berichten. Die Amtssachverständigen haben der Telekom-Control-Kommission erstmalig spätestens Ende Juni 2015 über den Stand der Datenerhebungen bzw der Gutachtenserstellung zu berichten."

Für den Markt für lokalen Zugang auf Vorleistungsebene erfolgte die Marktabgrenzung (erster Punkt des Gutachtensauftrags), die Feststellung der Marktmacht (zweiter Punkt des Gutachtensauftrags) sowie die (teilweise) Spezifizierung potentieller Verpflichtungen (dritter Punkt des Gutachtensauftrags) im Rahmen des *Gutachtens für die Telekom-Control-Kommission im Verfahren M 1/15 Markt für den lokalen Zugang und Markt für den zentralen Zugang* (in Folge: Marktanalysegutachten). Das Marktanalysegutachten sieht in seinem Abschnitt 4.1.5.2 für den Markt für den lokalen Zugang Folgendes zur Entgeltkontrolle vor:

„Wie in Abschnitt 4.1.4.3.2 dargestellt sollten die Entgelte wie folgt festgelegt werden:

- Physische Entbündelung und nicht-NGA Bandbreiten der virtuellen Entbündelung: Minimum aus Kosten und Margin Squeeze freiem Entgelt*
- NGA-Bandbreiten der virtuellen Entbündelung: Margin Squeeze freies Entgelt entsprechend Economic Replicability Test (ERT)*

Für Annexleistungen (Kollokation) sollen kostenorientierte Entgelte zur Anwendung kommen.

Die Methodik der Margin Squeeze Prüfung ist in RTR (2015c) beschrieben, weshalb hier auf eine Darstellung verzichtet wird. Die Kosten der Kupferdoppelader-Anschlussleitung sowie von NGA-basierten Anschlussleitungen sind in RTR (2016b) dargestellt.“

Das vorliegende Gutachten behandelt im Sinne einer Operationalisierung (dritter Punkt des Gutachtensauftrags) ergänzend zur Entgeltkontrolle im Marktanalysegutachten die Kosten, die einem Überlassungsentgelt für die physisch entbündelte Teilnehmeranschlussleitung gegebenenfalls zugrunde liegen.

In Erfüllung des Gutachtensauftrages erstatten die Amtssachverständigen dazu nachfolgenden Bericht:

1.2 Gang des Verfahrens

Seit der Einführung der Entbündelung als regulatorische Verpflichtung im Jahr 1999 wurden Bottom-Up Kostenrechnungsmodelle eingesetzt, um die Kosten der Teilnehmeranschlussleitung (TASL) zu bestimmen. Seit dem Jahr 2000 setzte die RTR-GmbH (damals: „TKC“) für das Anschlussnetz ein Bottom-Up-Kostenrechnungsmodell ein, das in Zusammenarbeit mit WIK (WIK-Consult, damals: Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste)

entwickelt worden war. Dieses WIK-Modell wurde im Jahr 2005 von WIK einer Anpassung unterzogen und bildete seither die Grundlage für die Ermittlung der Kosten der TASL.

In ihrer Empfehlung 2013/466/EU machte die Europäische Kommission neue Vorgaben zum Einsatz von Bottom-Up Kostenrechnungsmodellen für das Anschlussnetz. Die wesentlichste Neuerung bestand darin, dass eine Modellierung nunmehr nicht (nur) Anschlussnetze aus Kupferdoppeladern (CuDA) ermöglichen soll, sondern auch solche Anschlussnetze, die Glasfasertechnologie teilweise oder zur Gänze einsetzen (FTTx). Um die Berechnung der Kosten eines solchen „Zugangsnetzes der nächsten Generation“ („Next Generation Access“ – NGA) zukünftig vornehmen zu können, beauftragte die RTR-GmbH im März 2014 die Forschungsgesellschaft der FH Kärnten mbH (in Folge „FH Kärnten“) damit, die ingenieurmäßige Modellierung eines solchen Netzes umzusetzen. Das Ergebnis war das Modul „RTR_ACCNET“, das im Rahmen des „NGA-Modells 2015“ die kostenoptimale Verlegung eines Anschlussnetzes modelliert.

In der Zeit vom 29.05.2015 bis zum 03.07.2015 (verlängert bis 17.07.2015) wurde eine öffentliche Konsultation zum Modell vorgenommen.¹ Im Rahmen der Konsultation wurde am 17.06.2015 auch eine Informationsveranstaltung zum Modell in den Räumlichkeiten der RTR abgehalten. Stellungnahmen zur Konsultation langten von A1TA, Tele2, UPC sowie dem VAT ein. In der Konsultation aufgebrachte Kritikpunkte am Modell wurden aufgenommen und wo erforderlich, wurde das Modell entsprechend angepasst (z.B. Ergänzung von Kosten für den Hauptverteiler). Insgesamt waren die erforderlichen Ergänzungen jedoch geringfügig und betrafen vor allem die Bedienbarkeit. Das im Verfahren angewendete Modell entspricht, vor allem hinsichtlich seiner Konzeption, jenem in der Konsultation vorgestellten.

Am 09.07.2015 übermittelte A1TA ihre aktualisierte Kalkulation zum Kapitalkostenzinssatz (WACC) zur Verwendung in den Marktanalyseverfahren.

Im Zuge der Konsultation wurden die Betreiber auch ersucht, Inputparameter für das Modell im Rahmen des Verfahrens M 1/15 anhand eines mit Default-Werten befüllten Parameterverzeichnisses zu übermitteln. Sowohl A1TA als auch UPC wiesen jedoch ausdrücklich darauf hin, dass die von ihnen bereitgestellten Daten streng vertraulich seien und es sich dabei um Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse handle, die nicht für die (Parteien-)Öffentlichkeit bestimmt seien und insbesondere weder Mitbewerber noch Lieferanten oder Dienstleister von diesen Kenntnis erlangen dürften. Die Gutachter unterzogen daher die Daten von UPC und A1TA einer kritischen Würdigung, letztlich konnten diese Daten jedoch ohne Offenlegung im Verfahren nicht herangezogen werden.

Nachfragedaten in Form einer Auswertung über genutzte Cu-Doppeladern je Hauptverteiler im Netz von A1TA wurden am 18.12.2015 übermittelt.

¹ vgl. dazu www.rtr.at/de/tk/tasl_modell

Anhand des Bottom-Up Kostenrechnungsmodells der FH Kärnten sowie der genannten Informationen haben die Gutachter die Kosten eines fiktiv effizienten Netzes gem. den Vorgaben der Europäischen Kommission nach dem Kostenrechnungsstandard der Forward-Looking Long Run Average Incremental Cost (FL-LRAIC) berechnet.

1.3 Aufbau des Gutachtens

Im folgenden zweiten Kapitel wird der verwendete Kostenrechnungsansatz erläutert, der den diesbezüglichen Vorgaben der Europäischen Kommission entspricht und folglich zur Anwendung gelangt. Im dritten Kapitel wird das Kostenrechnungsmodell zur Ermittlung der monatlichen Kosten für eine Teilnehmeranschlussleitung kurz vorgestellt. Die Netzmodellierung und deren Parameter werden im Kapitel vier dargestellt. Die daraus gewonnenen Ergebnisse fließen in die statistische Hochrechnung im Kapitel fünf ein. Die anschließende Ermittlung der daraus resultierenden monatlichen Kosten findet in Kapitel sechs ihren Niederschlag. Im siebten Kapitel werden schließlich die Ergebnisse der Berechnungen dargelegt. Das gutachterliche Fazit in Kapitel acht bildet den Abschluss.

2 Zum verwendeten Kostenrechnungsansatz

Die Empfehlung 2013/466/EU sieht vor, dass die nationalen Regulierungsbehörden (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.²

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)³ entspricht genau diesen Vorgaben und gelangt daher auch im Rahmen des NGA-Modells 2015 zur Anwendung. Dabei werden vorausschauend⁴ die zukünftigen langfristigen durchschnittlichen inkrementellen Kosten einer Zugangsleistung (wie der entbündelten Teilnehmeranschlussleitung) eines effizienten Betreibers unter Verwendung eines effizienten Netzes errechnet. Der Begriff der „durchschnittlichen inkrementellen Kosten“ bezieht sich dabei lediglich auf die Darstellungsform der Kosten, indem dabei die Inkrementalkosten auf die Ausbringungsmenge verteilt ausgedrückt werden. Statt also beispielsweise Inkrementalkosten von € 4 Mrd. für 2 Mio Anschlüsse anzugeben, werden diese Kosten übersichtlicher

² vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 25

³ Zum Kostenrechnungsansatz der FL-LRAIC siehe *Belfin/Lukanowicz* (1999).

⁴ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 17

als durchschnittliche Inkrementalkosten iHv € 2.000,- je Anschluss ausgedrückt. Die Durchschnittsbildung bezieht sich somit auf die Kosten je Ausbringungsmenge (diesfalls: Teilnehmeranschlussleitung).

Auch bei den FL-LRAIC werden gemeinsame Kosten der Netzinfrastruktur und des Unternehmens („Overhead“) anteilig berücksichtigt. Beim „Overhead“ handelt es sich um Unternehmensgemeinkosten (z.B. für das Rechnungswesen, Personalwesen etc.) nicht jedoch um Kosten, die auf der Retaillebene anfallen. Insbesondere handelt es sich bei der gegenständlichen Entbündelung um ein Vorleistungsprodukt, wobei Retaillleistungen und die dabei anfallenden Kosten nicht umfasst sind. Kosten für Marketing, Vertrieb, Billing, Customer Care etc. sind daher nicht enthalten und auch sonst gar nicht Bestandteile von Unternehmensgemeinkosten (iSv „Overhead“).

Der Ansatz der FL-LRAIC geht von einer langfristigen Perspektive aus. Aufgrund dieser Betrachtungsweise⁵ 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 berücksichtigt⁶ und es erfolgt keine Trennung in fixe und variable Kosten, somit hat der verfolgte Ansatz 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.

⁵ Dabei wird nicht auf eine konkrete (lange) Frist abgestellt, vielmehr kommt der ökonomische Begriff der Langfristigkeit zu tragen, der auf einen langfristigen Gleichgewichtszustand abstellt.

⁶ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 17

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 Kupfertechnologie 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.⁷

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:⁸

- 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 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).

⁷ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 17

⁸ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 16f

3 Das Kostenrechnungsmodell

3.1 Anforderungen

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:⁹

1. 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.¹⁰
2. Kostenrechnungsansatz der „Bottom-Up Long-Run Incremental Costs Plus“ (BU-LRIC+)¹¹
3. Effizienz: Es sind jene Kosten abzuschätzen, die einem hypothetischen effizienten Betreiber beim Aufbau eines modernen effizienten NGA-Netzes entstehen würden.¹²
4. (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.¹³
5. Ansatz von Wiederbeschaffungswerten¹⁴
6. Anpassung von Abschreibungsdauern an die tatsächlichen Nutzungsdauern. Für Kabelschächte wird ein Wert von mindestens 40 Jahren gefordert.¹⁵
7. Flexibilität des Kostenrechnungsmodells hinsichtlich unterschiedlicher NGA-Typologien (FTTx) bis hin zu einer Versorgung ausschließlich auf Basis von Kupferleitungen.¹⁶

Diesen Anforderungen wird in folgender Weise Rechnung getragen:

1. Für die Bottom-Up-Modellierung wurde 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. Das Modell wurde mit den Marktteilnehmern konsultiert und wird in Folge vorgestellt.

⁹ vgl. *Europäische Kommission* (2013a), S. 25ff

¹⁰ vgl. Nummer 30 in *Europäische Kommission* (2013a), S. 25 iVm Nummer 6a in *Europäische Kommission* (2013a), S. 22

¹¹ siehe dazu Abschnitt 2

¹² vgl. Nummer 31 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 25

¹³ vgl. Nummer 32 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 25

¹⁴ vgl. Nummer 33 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 26

¹⁵ vgl. Nummer 36 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 26

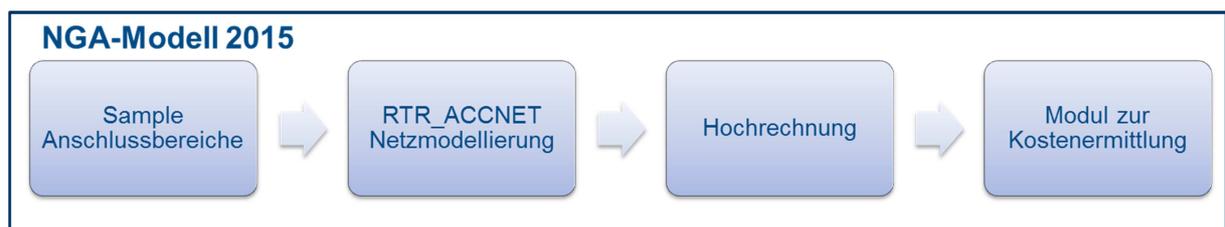
¹⁶ vgl. Nummer 37 der Empfehlung 2013/466/EU in *Europäische Kommission* (2013a), S. 26

2. Die Anwendung des Kostenrechnungsansatzes der „Bottom-Up Long-Run Incremental Costs Plus“ (BU-LRIC+) wurde im vorhergehenden Kapitel erläutert.
3. Hinsichtlich der geforderten Effizienz werden jene Kosten abgeschätzt, die einem hypothetischen effizienten Betreiber beim Aufbau eines modernen effizienten Anschlussnetzes entstehen würden. Dies wird durch die ingenieurmäßige Bottom-Up-Modellierung eines optimalen Anschlussnetzes gewährleistet. Dabei wird, ausgehend von den bestehenden Anschlussbereichsgrenzen und deren Hauptverteilerstandorten, unabhängig von bestehender Netzinfrastruktur, ein abstraktes Zugangnetz mit effizienter Struktur aufgebaut, das dem Stand der Kupferanschlussnetztechnologie entspricht („Scorched Node“-Ansatz).
4. Die (Mit-)Benutzung bestehender baulicher Anlagen wird bei der Modellierung eines NGA-Netzes berücksichtigt. Dies wird im Rahmen des Modells durch die Emulation einer Leerrohrinfrastruktur erreicht.
5. Die Inputparameter des Modells für die Kosten werden mit Wiederbeschaffungswerten angesetzt.
6. Anpassung von Abschreibungsdauern an die tatsächlichen Nutzungsdauern: Für die Abschreibungsdauern wurden Werte angesetzt, die über jene hinausgehen, die in der Buchhaltung von A1TA angesetzt werden.
7. Das eingesetzte Kostenrechnungsmodell ist flexibel hinsichtlich des Einsatzes unterschiedlicher NGA-Typologien (FTTx) bis hin zu einer Versorgung ausschließlich auf Basis von Kupferleitungen. Letzteres wird hier für die gegenständliche physische Entbündelung der Kupferdoppeladeranschlussleitung angewendet.

Die Anforderungen der Europäischen Kommission wurden daher vollumfänglich erfüllt.

3.2 Darstellung des Modells

Die folgende Abbildung bietet einen Überblick zu den einzelnen Schritten im Rahmen der Berechnungen unter Verwendung des NGA-Modells 2015.



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 erfolgte die Auswahl jener Anschlussbereiche, die in Folge modelliert wurden. Die Auswahl erfolgte als repräsentative Stichprobe, der die Klassifikation des österreichischen Siedlungsraums zu Grunde liegt (im Detail siehe

dazu *RTR 2015*, Abschnitt 4.1.). Eine tabellarische Auflistung der Anschlussbereiche der Stichprobe ist im Anhang B zu finden.

2. Im nächsten Schritt werden die erforderlichen Investitionen je Teilnehmeranschluss für ein Anschlussnetz 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. (zur Anwendung der Netzmodellierung vgl. Abschnitt 4)
3. Die Investitionswerte je Teilnehmeranschluss im Sample werden sodann auf ganz Österreich hochgerechnet. (Im Detail siehe dazu Abschnitt 5.)
4. Im letzten Schritt werden aus den Investitionswerten je Teilnehmeranschluss monatliche Kosten ermittelt. (Im Detail siehe dazu Abschnitt 6)

4 Netzmodellierung

4.1 Einsatz der Netzmodellierung

Für jeden einzelnen Anschlussbereich der Stichprobe wird mittels ingenieurmäßiger Bottom-Up-Modellierung die Verlegung eines abstrakten effizienten Anschlussnetzes simuliert. Die Modellierung des Kupferdoppeladeranschlussnetzes erfolgt, ausgehend von den bestehenden Anschlussbereichsgrenzen und deren Hauptverteilerstandorten, unabhängig von bestehender Netzinfrastruktur („Scorched Node“-Ansatz).

Dafür kommt der „Cu-Generator“ des System „*RTR_ACCNET*“ zum Einsatz.¹⁷ Dieser wurde von den Gutachtern einer Validierung unterzogen: Unter Anwendung der Inputdaten aus dem Verfahren Z 7/04 konnten ähnliche Ergebnisse erzielt werden, wie beim damals eingesetzten WIK-Modell.¹⁸ Das System „*RTR_ACCNET*“ ist daher nach Ansicht der Gutachter geeignet, plausible Ergebnisse zu liefern.

Für die im vorliegenden Gutachten gegenständliche Berechnung wurden jedoch aktuelle Daten zu Grunde gelegt. Neben den geographischen Grunddaten (vgl. den folgenden Abschnitt 0) handelt es sich dabei um Nachfragedaten von A1TA, Investitions- und Preisparameter sowie um Struktur- und Modellparameter. Die dafür angesetzten Inputparameter werden im Abschnitt 4.3 erläutert, die Skalierung des Anschlussnetzes anhand der Nachfragedaten im Abschnitt 4.4.

Ergebnis der Netzmodellierung sind die für ein effizientes Anschlussnetz erforderlichen Investitionen je Anschlussbereich der Stichprobe.

¹⁷ Für einen Überblick zur Netzmodellierung mittels des Systems „*RTR_ACCNET*“ vgl. *RTR (2015)*, Abschnitt 4.2, im Detail vgl. *FH Kärnten (2015a)*

¹⁸ vgl. Hartl/Kopp/Lukanowicz/Pahs (2005)

4.2 Verwendete Geodaten

Die Netzwerkgraphen werden auf Basis der Digitalen Katastralmappe (DKM) erzeugt. Als weitere geographische Grunddaten werden im Rahmen des Systems RTR_ACCNET herangezogen:

- 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

Die der Netzmodellierung („RTR_ACCNET“) zu Grunde liegenden Geodaten geben die tatsächliche aktuelle Lage von Gebäuden und Wohneinheiten (etc.) wieder. Die Klassifikation des österreichischen Siedlungsraums¹⁹ kommt für die Netzmodellierung hingegen nicht zum Einsatz. Sie diene nur für die Strichprobenauswahl und beschreibt die Strukturen unterschiedlicher Siedlungsräume in Österreich. Diese sind viel weniger einem zeitlichen Wandel unterworfen als die tatsächliche Besiedelung mit Gebäuden. Zwar mögen sich z.B. in Neubaugebieten neue Siedlungspunkte gebildet haben (dieser Umstand ist in den aktuellen Geodaten der Stichprobe auch abgebildet), jedoch ändert sich dadurch nichts an einer grundsätzlichen Einteilung, wie sie in den neun Clustern vorgenommen wurde. Eine polyzentrische Siedlungsstruktur wird sich dadurch nicht zu einem Anger- oder Straßendorf verändern. Eine neuerliche Klassifikation des Siedlungsraums war daher nicht erforderlich. Die Netzmodellierung beruht somit ausschließlich auf aktuellen Daten.

4.3 Inputparameter

Für die Netzmodellierung stehen den Gutachtern zwei Datensätze an Inputparametern zur Verfügung:

- 1.) Ein Datensatz der FH Kärnten („Datensatz A“) sowie
- 2.) ein mittels Anpassungen der Gutachter daraus abgeleiteter Datensatz („Datensatz B“).

Die beiden für die Netzmodellierung verwendeten Inputparameter-Datensätze sind im Anhang C dargestellt.

¹⁹ Im Detail siehe dazu *RTR* (2015), Abschnitt 4.1.

4.3.1 Datensatz A

Gemeinsam mit dem System „RTR_ACCNET“ zur Netzmodellierung stellte FH Kärnten auch ein Inputparameterset zur Verfügung, das auf der Erfahrung der damit betrauten Experten beruht. Die Gutachter erachteten diese Inputparameter für plausibel. Einzelne Struktur- und Modellparameter sind jedoch erst im Rahmen der Rechendurchläufe bei der Anwendung des Systems in Abhängigkeit von den jeweils spezifischen geographischen Gegebenheiten des einzelnen Anschlussbereichs anzupassen, um konsistente und optimale Ergebnisse mittels einer laufzeitstabilen Computerberechnung zu erzielen. Diese Parameter wurden von den Gutachtern in Absprache mit FH Kärnten entsprechend angepasst.

4.3.2 Datensatz B

Der Datensatz A berücksichtigt bei den Grabungskosten keine Luftverkabelung und keine Kostenersparnis bei Grabungskosten durch Mitverlegung mit anderen Infrastrukturen. Die Gutachter passten den Datensatz A daher mittels Werten aus den vergangenen ULL-Kostenberechnungen²⁰ insofern an, als dass die Kosten für Luftverkabelung (iHv € 15,-/m) mit je Siedlungscluster unterschiedlichen Gewichten eingehen sowie Kosteneinsparungsfaktoren auf Grund von Mitverlegung (ebenfalls unterschieden nach Siedlungsclustern) angewendet wurden. Die Werte sind in der unten stehenden Tabelle abgebildet.

Tabelle 1: Faktoren für die Anpassungen für den Datensatz B

	<i>urban</i>	<i>suburban</i>	<i>kleinstädtisch</i>	<i>rural</i>
Anteil Luftverkabelung	0%	10%	15%	30%
Einsparung durch Mitverlegung	25%	20%	15%	15%

4.3.3 Kritische Würdigung der Daten von A1TA und UPC

Wie oben erwähnt (vgl. Abschnitt 1.2), übermittelten nur A1TA und UPC Inputparameter für das Modell. Sowohl A1TA als auch UPC wiesen jedoch ausdrücklich darauf hin, dass die von ihnen bereitgestellten Daten streng vertraulich seien und nicht für die (Parteien-)Öffentlichkeit bestimmt seien. Diese Daten konnten daher ohne Offenlegung im Verfahren nicht herangezogen werden.

Die wenigen Daten von UPC zu den Grabungskosten liegen hinsichtlich der Höhe der Werte etwa auf dem Niveau des Datensatzes A, jene von A1TA lagen deutlich (teilweise um den Faktor 4 bis 5)²¹ darüber. Insgesamt würden sich beide Datensätze (im Falle einer Offenlegung) ohne weitere Anpassungen nicht für die Verwendung bei der Netzmodellierung

²⁰ vgl. Hartl/Kopp/Lukanowicz/Pahs (2005)

²¹ Im Ergebnis würde die Berücksichtigung annähernd sämtlicher Daten von A1TA zu einem monatlichen Entgelt führen, das etwa dem Vierfachen der Ergebnisse der Gutachter entspricht.

eigenen: jener von UPC ist unvollständig und verfügt nur punktuell über Werte. Die von A1TA übermittelten Grabungskosten erscheinen den Gutachtern im Mittel zu hoch.

4.4 Skalierung des Anschlussnetzes

Dem Modell liegen aktuelle demographische Daten über die potentielle Nachfrage nach Anschlüssen (Wohneinheiten sowie Gebäude ohne Wohneinheiten) und ihre geographische Verteilung zu Grunde. Da diese potentielle Nachfrage jedoch weder mit der aktuellen Nachfrage (Anzahl Teilnehmer im Anschlussnetz von A1TA) noch mit einer allenfalls zukünftig zu erwartenden Nachfrage (Versorgungsgrad) zwangsläufig übereinstimmen muss, kann über entsprechende Faktoren (Ausdünnung der potentiellen Nachfrage) die Anzahl der modellierten Teilnehmeranschlüsse dynamisch skaliert werden.

Die Bottom-Up-Kostenberechnung für das Anschlussnetz kann somit für unterschiedliche Nachfrage-Szenarien hinsichtlich der Anzahl an Teilnehmeranschlüssen erfolgen. Die folgenden zwei Nachfrage-Szenarien wurden betrachtet:

- 1.) Ein Szenario basiert auf den aktuellen Teilnehmeranschlüssen im Anschlussnetz von A1TA (2.686.956 Kupferdoppeladern Ende 2014).
- 2.) Ein weiteres Szenario legt die Anzahl der Kupferdoppeladern aus 2005 zu Grunde.

Die potentielle Nachfrage nach Teilnehmeranschlüssen wurde anhand der in der folgenden Tabelle dargestellten Ausdünnungsfaktoren für die in der Stichprobe berechneten Anschlussbereiche (je Geotyp) in die beiden berechneten Nachfrageszenarien übergeleitet.

Tabelle 2: Ausdünnungsfaktoren für die Anschlussbereiche in der Stichprobe

Geotyp	aktuelle Nachfrage A1TA		2005	
	<i>Faktor</i>	<i>Teilnehmer</i>	<i>Faktor</i>	<i>Teilnehmer</i>
C1	53%	741.063	64%	894.869
C2	54%	558.801	62%	641.586
C3	60%	249.249	63%	261.711
C4	53%	163.628	56%	172.553
C5	59%	99.279	60%	100.907
C6	59%	240.840	59%	240.840
C7	56%	191.484	61%	207.991
C8	60%	64.675	61%	65.718
C9	59%	375.001	61%	387.296
Gesamt	56%	2.684.020	62%	2.973.471

Es werden somit in der Netzmodellierung Investitionswerte für die folgenden vier Szenarien berechnet:

Tabelle 3: Berechnete Szenarien

Investitionswert	aktuelle Nachfrage A1TA	2005
Datensatz A	X	X
Datensatz B	X	X

Die für die repräsentative Stichprobe ermittelten Investitionswerten werden in der folgenden statistischen Hochrechnung herangezogen, um die Investitionswerte für alle Anschlussbereiche zu ermitteln.

5 Die statistische Hochrechnung

Im vorangegangenen Abschnitt 4 zur Netzmodellierung wurde die Berechnung der Bottom-Up Investitionswerte für die Stichprobe von 85 Anschlussbereichen (vgl. Anhang B) erläutert. In diesem Abschnitt geht es nun darum, die Ergebnisse der Stichprobe mittels statistischer Hochrechnung auf alle rd. 1.400 Anschlussbereiche umzulegen. Dazu werden unterschiedliche Variablen identifiziert (Multivariates Modell), die das Stichprobenergebnis möglichst gut erklären können.

Ziel ist es dabei, einen möglichst hohen Erklärungsgrad zu erreichen; dieser steht gewissermaßen für die Qualität bzw. Güte der Hochrechnung (statistisches Modell). Als eine Maßzahl dafür dient beispielsweise das so genannte „Bestimmtheitsmaß“. Je näher sich der Wert des Bestimmtheitsmaßes²² an den Wert „eins“ annähert, desto höher ist die Qualität der Ergebnisse der statistischen Hochrechnung. Im vorliegenden Fall konnten besonders gute Bestimmtheitsmaße über 0,90 erreicht werden.

Das Ziel dieses Abschnitts ist es also, auf Basis der Daten von bereits optimierten und durchgerechneten 85 Anschlussbereichen, ein Modell zu entwerfen, das die Investitionskosten je TASL für die restlichen Anschlussbereiche möglichst genau prognostiziert.

Dabei werden zwei Herangehensweisen (Modellansätze) gewählt und die Ergebnisse einander gegenübergestellt. Einerseits erfolgt die Abschätzung der durchschnittlichen Kosten je TASL der Grundgesamtheit unmittelbar aus den TASL Kosten der optimierten und durchgerechneten Anschlussbereiche (Durchschnittskosten) andererseits durch Prognose der Gesamtkosten je Anschlussbereich der Grundgesamtheit und anschließender Division der jeweiligen aktiven Teilnehmeranschlüsse.

Aus den Prognosewerten sollen durchschnittliche Kosten je TASL ermittelt werden. Für die Schätzung steht neben einer Batterie (31) soziodemografischer Variablen die Typisierung der Anschlussbereiche in Form von 9 Clustern nach *Feilmayr/Kalasek* (2000) zur Verfügung.

Die Vorgangsweise bei der Modellwahl wurde für beide Herangehensweisen (Gesamtkosten und Durchschnittskosten) wie folgt durchgeführt: Für die Bestimmung des Regressionsmodells standen 85 Beobachtungen (d.h. die Ergebnisse der durchgerechneten Anschlussbereiche aus dem Bottom-Up-Kostenrechnungsmodell) zur Verfügung. Anhand dieser Daten wurde eine Modellselektion durchgeführt, d.h. die signifikanten erklärenden Variablen ermittelt. Das derart ermittelte Modell wurde in einem zweiten Schritt auf Robustheit getestet, indem die Anschlussbereiche mit den fünf höchsten und fünf niedrigsten Modellergebnissen

²² Als Bestimmtheitsmaß dient „*r-Quadrat*“ bzw. das „*korrigierte r-Quadrat*“.

aus dem Bottom-Up-Modell bei der Schätzung der Modellparameter nicht berücksichtigt wurden. Das Sample wurde somit auf 75 Datensätze reduziert. Dieses Modell wurde auf die restlichen 10 Anschlussbereiche angewendet und mit den Ergebnissen des Bottom-Up-Modells verglichen. Die Ergebnisse bestätigten, dass diese Anschlussbereiche tatsächlich sehr hohe bzw. niedrige Investitionskosten verursachen (hohes „out of sample“ Bestimmtheitsmaß/r-Quadrat). Im dritten Schritt wurde die Höhe der endgültigen Modellparameter bestimmt, wobei alle 85 Beobachtungen verwendet wurden.

5.1 Modellselektion

Aufgrund der großen Zahl der potentiellen (erklärenden) Variablen und der geringen Anzahl von Beobachtungen wurde als Prognosemodell ein Multivariates loglineares Regressionsmodell verwendet. Multivariate Regressionsmodelle haben sich in einer Reihe von betriebswirtschaftlichen Anwendungen, insbesondere bei Prognose- und Clusterproblemen, als robustes und effizientes Werkzeug herausgestellt. Zur Schätzung der Parameter des Modells wurde ein OLS-Schätzer (ordinary least squares) verwendet. Als erklärende Variablen (Parameter) wurden während der Modellselektion (Schritt für Schritt) solche hinzugefügt, die einerseits einen größtmöglichen Unterschied des Kriteriums zwischen dem umfassenderen und dem reduzierten Modell lieferten und andererseits der entsprechende Parameter auch statistisch signifikant waren.

Als Kriterium für die Selektion von Modellparametern wurde das Schwarz Bayesian Information Criterion (SBC oder BIC) verwendet:

$$BIC = n \ln(MSE) + k \ln(n)$$

Formel 1: Schwarz Bayesian Information Criterion (SBC oder BIC)

wobei n die Anzahl der Beobachtungen und k die Anzahl der Modellparameter bezeichnet.

5.2 Die Prognosemodelle

Folgende Formeln geben die selektierten Prognosemodelle für Gesamtinvestment je HVt und Investment je TASL wieder,

Modell: Gesamtinvestment je HVt	Modell: Investment je TASL
$\ln(\text{Gesamtinvestment je HVt}) =$ $[\text{Intercept} +$ $\text{GeoTyp6} +$ $\text{GeoTyp7} +$ $\ln(\text{KreisU/KreisF}) +$ $\ln(\text{Siedlungspunkte 2003}) +$ $\ln(\text{Anzahl Wohngebäude 2014}) +$ $\ln(\text{Anschlüsse pro km}^2) +$ $\text{Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude} +$ $\text{Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude} +$ $\text{Straße \% Land} +$ $\ln(\text{bebautes Gebiet [km}^2]) +$ $\text{Anteil \% bebautes Gebiet}$ $] \cdot B$	$\ln(\text{Investment je TASL}) =$ $[\text{Intercept} +$ $\text{GeoTyp6} +$ $\text{GeoTyp7} +$ $\text{KreisU/KreisF} +$ $\ln(\text{Fläche Dauersiedlungsraum [km}^2]) +$ $\ln(\text{Siedlungspunkte 2003}) +$ $\ln(\text{Anschlüsse pro km}^2) +$ $\ln(\text{Wohnungen je Wohngebäude}) +$ $\text{Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude} +$ $\text{Straße \% Land} +$ $\ln(\text{bebautes Gebiet [km}^2]) +$ $\text{Anteil \% bebautes Gebiet}$ $] \cdot B$

Formel 2: Prognosemodelle

wobei \mathbf{b} die Modellparameter bezeichnet (siehe Tabelle 6). In weiter Folge werden die beiden Modellierungsansätze in allen Tabellen und Abbildungen immer nebeneinander dargestellt. Auf der linken Seite ist immer das Prognosemodell für Gesamtinvestment je HVt zu finden.

Wie oben in Formel 2 ersichtlich, führen beide Modellierungsansätze zur Selektion überwiegend identer erklärender Variablen, obwohl grundsätzlich verschiedene Zusammenhänge erklärt werden sollen. So haben große Anschlussbereiche (HVt-Bereiche) zwar hohe Gesamtinvestitionskosten, aber aufgrund von Skaleneffekten durchaus geringe Durchschnittsinvestments je Anschluss. Bei kleinen Anschlussbereichen verhält es sich in der Regel umgekehrt. Wie in weiterer Folge dargestellt werden wird, haben beide Modellansätze eine sehr gute Prognosegenauigkeit und führen in der Hochrechnung zu nahezu identischen Ergebnissen (Abweichung von weniger als 1%).

Das Gesamtinvestment je HVt und das Investment je TASL stehen zwar über die Anzahl der angeschlossenen Teilnehmer in einem „strengen“ mathematischen Verhältnis; die Anzahl der angeschlossenen Teilnehmer findet jedoch in der Regressionsanalyse keinen Eingang und ist somit nicht unmittelbare Ursache für die oben dargestellten Ergebnisse.

Neben einer Konstanten (**Intercept**), erwiesen sich mehrere clusterspezifische Dummy-Variablen als signifikant. Die Variable **GeoTyp 1** beispielsweise nimmt den Wert 1 an, wenn ein Anschlussbereich zu Cluster 1 gehört, ansonsten den Wert 0.

Insgesamt kann das Modell aufgrund der geringen Anzahl an Parametern als sehr sparsam bezeichnet werden. Aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Variablen blieben neben zwei bis vier clusterspezifischen Dummy-Variablen die folgenden 11 Variablen im Modell:

1. **KreisU/KreisF**: eine Kennzahl (oder der logarithmierte Wert davon), welche aus der Geoinformationen *Fläche des Anschlussbereiches* errechnet wurde, wobei $KreisU = \frac{F}{2\pi}$ und $KreisF = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$. Bei einem Kreis nimmt diese Kennzahl den Wert 1 an, ansonsten ist der Wert immer größer als 1, da ein Kreis immer den kleinsten Umfang im Verhältnis zur Fläche hat. Je langgezogener die Form eines Anschlussbereichs ist, desto höher der Wert der Kennzahl.
2. **Fläche Dauersiedlungsraum [km²]**: die Fläche des Dauersiedlungsraums eines Anschlussbereichs laut Statistik Austria und Verschneidung mit den Anschlussbereichsgrenzen von A1TA.
3. **Siedlungspunkte 2003**: die Anzahl der Siedlungspunkte laut Statistik Austria eines Anschlussbereichs. Die Daten stammen zwar aus dem Jahr 2003, jedoch kann davon ausgegangen werden, dass sich die Anzahl seit damals nicht wesentlich geändert hat. Festzuhalten ist, dass das Alter der Daten in der Hochrechnung grundsätzlich keine Relevanz für das Ergebnis hat, solange die Variable Zusammenhänge erklären kann, statistisch signifikant ist und sowohl bei der Schätzung als auch bei der anschließenden Hochrechnung auf dieselbe Datenquelle zurückgegriffen wird.

4. Anzahl Wohngebäude 2014: die Anzahl der Wohngebäude eines Anschlussbereichs laut regionalstatistischer Rastereinheiten der Statistik Austria.
5. Anschlüsse pro km²: ein Dichtemaß für die Anzahl der potentiellen Anschlüsse pro km².
6. Wohnungen je Wohngebäude: eine Kennzahl, die aus der Anzahl der Wohnungen und der Anzahl der Wohngebäude in einem Anschlussbereich errechnet wird.
7. Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude: eine Kennzahl, die aus der Anzahl der hauptwohnsitzgemeldeten Personen und der Anzahl der Wohngebäude in einem Anschlussbereich errechnet wird.
8. Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude: eine Kennzahl, die aus der Anzahl der nebenwohnsitzgemeldeten Personen und der Anzahl der Wohngebäude in einem Anschlussbereich errechnet wird.
9. Straße % Land: eine Kennzahl, die den Anteil der Landesstraßen an der gesamten Straßenlänge – laut Vektorkartenprodukt WIGeoStreet der WIGeoGIS Softwareerstellungs- und Handelsgesellschaft m.b.H., basierend auf der MultiNet-Datenbank des Navigationsdatenanbieters TomTom – in einem Anschlussbereich darstellt.
10. Bebautes Gebiet [km²]: die bebaute Fläche eines Anschlussbereichs laut Vektorkartenprodukt WIGeoStreet der WIGeoGIS Softwareerstellungs- und Handelsgesellschaft m.b.H., basierend auf der MultiNet-Datenbank des Navigationsdaten-anbieters TomTom. Die Fläche ist wesentlich kleiner als der Dauersiedlungsraum.
11. Anteil % bebautes Gebiet: eine Kennzahl, die den Anteil des bebauten Gebiets an der Gesamtfläche eines Anschlussbereichs darstellt

Die folgende Grafik stellt die Modellprognose den berechneten Investitionskosten für die Variante A gegenüber. Die HVt mit den jeweils höchsten bzw. niedrigsten fünf berechneten Investitionskosten wurden in Rot hervorgehoben.

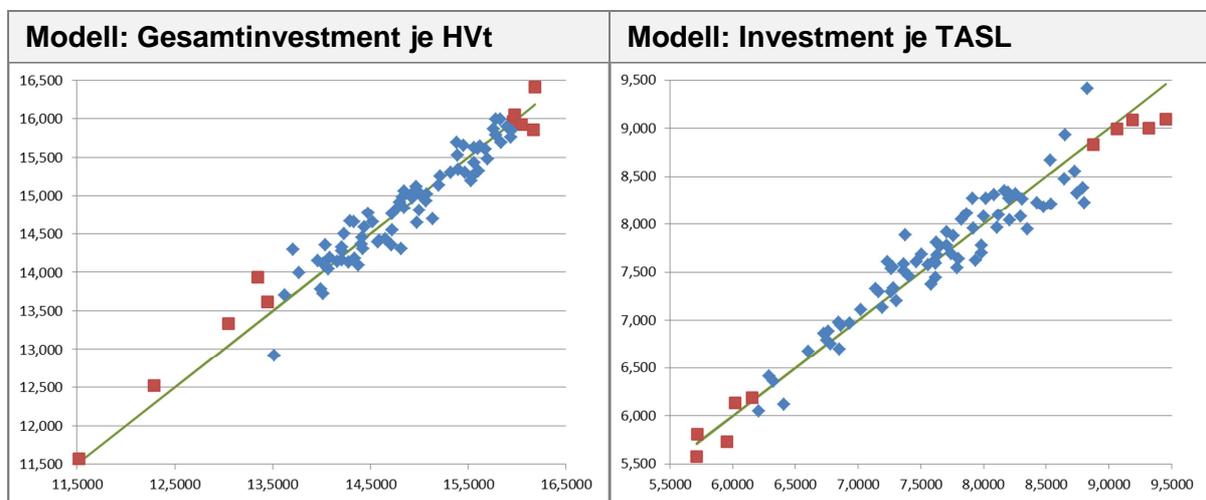


Abbildung 2: XY-Plot: Berechnete Investitionskosten versus prognostizierte

Abbildung 3 stellt die Residuen (den nicht erklärten Teil) der Modellprognosen für die Variante A dar. Die HVt mit den jeweils höchsten bzw. niedrigsten fünf berechneten Investitionskosten wurden wiederum in Rot hervorgehoben.

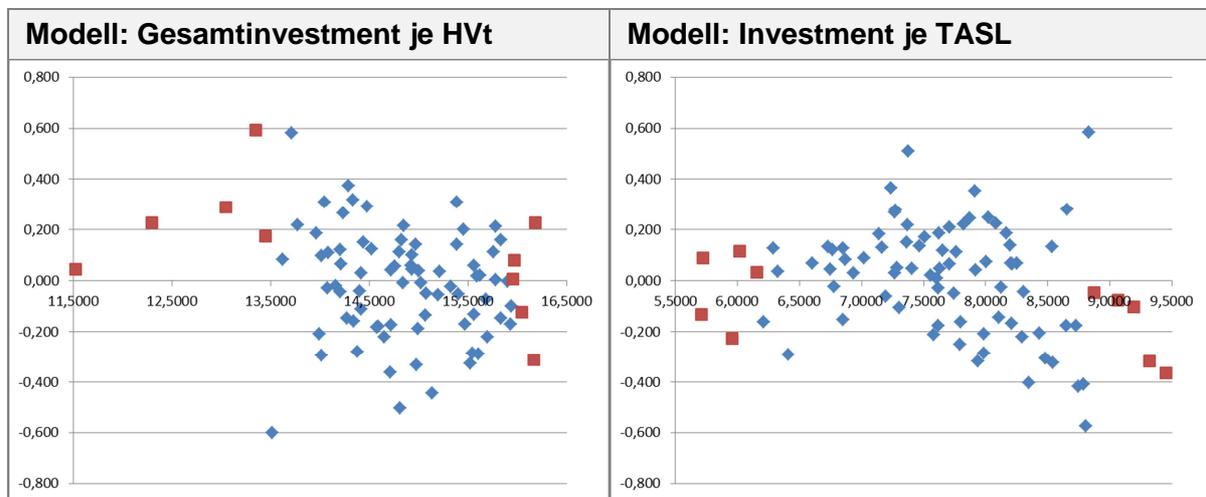


Abbildung 3: XY-Plot: Residuen

5.3 Die erklärenden Modellvariablen

Im Folgenden werden die signifikanten unabhängigen Modellvariablen den (logarithmierten) Gesamtinvestitionskosten bzw. den (logarithmierten) durchschnittlichen Investments je TASL der Anschlussbereiche in Form von Streudiagrammen gegenübergestellt:

Variable: Clusterzugehörigkeit $Geotyp$ (1 bis 9): Die folgende Abbildung 4 (Boxplot) gibt den clusterspezifischen Durchschnittswert, Minimum, Maximum und 25% bzw. 75% Quantile für die Cluster 1 bis 9 und über alle Cluster (A) hinweg wieder. Es ist deutlich erkennbar, dass die Mittelwerte (wie auch die anderen Werte) in den Clustern signifikant voneinander unterschiedlich sind.

Die einzelnen Geotypen sind folgenden Siedlungsstrukturen zugeordnet und hier nochmals wiedergegeben:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1..... Urban | 6 Streusiedlung mit Zentrum |
| 2..... Suburban | 7 Anger - Straßenort |
| 3..... Kleinstädtisch | 8 Haufen - Reihenort |
| 4..... Touristisch verdichtet | 9 Polyzentrisch |
| 5..... Streusiedlung | |

Mit den (Dumme)-Variablen $Geotyp$ wird mit dem Koeffizienten eine positive oder negative Abweichung vom Gesamtmittelwert der Stichprobe (dieser wird im Intercept²³ ermittelt) ausgedrückt. Im hier vorliegenden Fall einer Multivariaten Regressionsanalyse ist jedoch

²³ Enthält ein Regressionsmodell ausschließlich das Intercept und keine weiteren erklärenden Variablen (x-Werte), entspricht der Koeffizient dem arithmetischen Mittelwert der zu erklärenden Variablen (y-Wert).

festzuhalten, dass alle Variablen gemeinsam das Ergebnis erklären und bei der Interpretation darauf Bedacht zu nehmen ist.

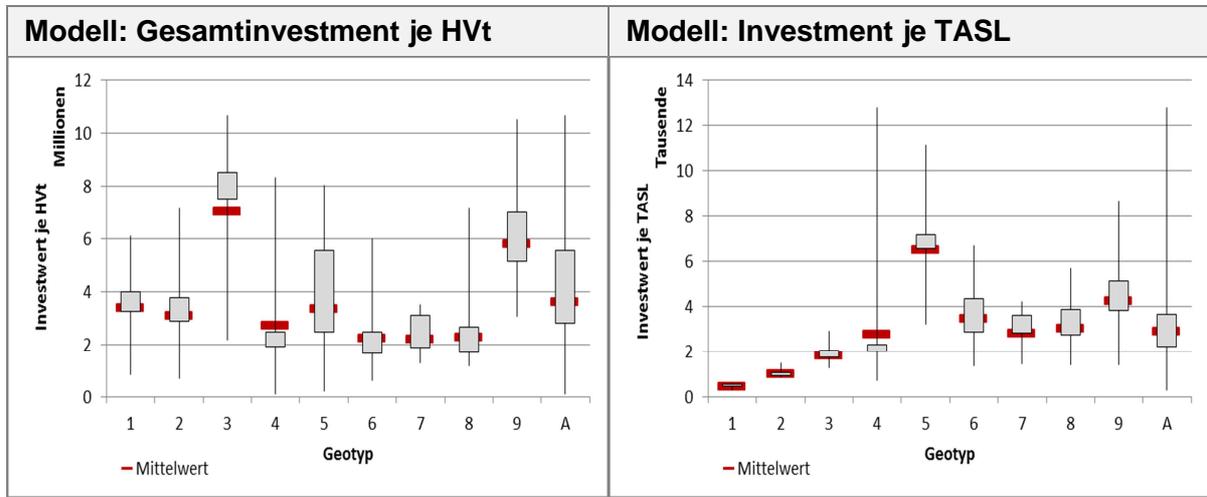


Abbildung 4: Durchschnittswerte, Minimum, Maximum und 25% bzw. 75% Quantile je Geotyp

In unseren beiden Modellfällen sind statistisch die Geotypen 6 und 7 signifikant und daher Modellbestandteil.

Variable: KreisU/KreisF: Die folgende Abbildung 5 gibt den positiven Zusammenhang zwischen der (logarithmierten) Kennzahl und den (logarithmierten) Investitionswerten an. Wie bereits erwähnt, nimmt im Fall eines kreisförmigen Anschlussbereichs diese Kennzahl den Wert 1 an, ansonsten hat die Kennzahl höhere Werte, d.h. je „langgezogener“, „unregelmäßiger“ (z.B. mehrere Nebentäler) der Anschlussbereich, desto höher sind sowohl die Investitionskosten des HVt als auch die Investitionskosten je TASL.

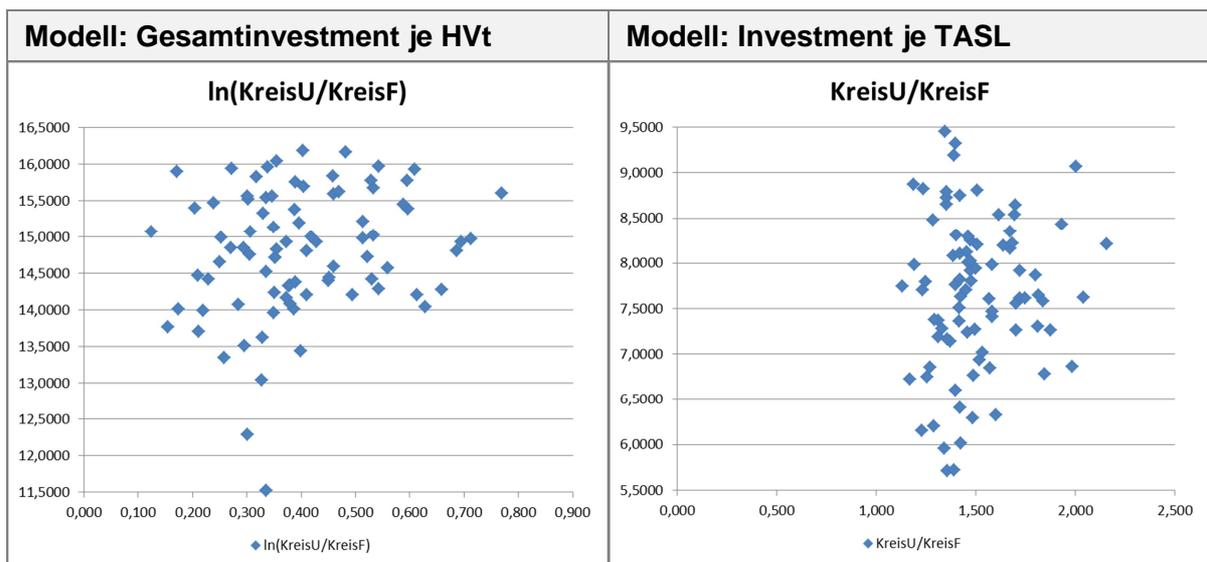


Abbildung 5: XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus Ln(KreisU/KreisF)

Variable: $\ln(\text{Fläche Dauersiedlungsraum [km2]})$: Aus dem Streudiagramm (Abbildung 6) ist zu erkennen dass die logarithmierten Investitionswerten je TASL mit steigender Fläche des (logarithmierten) Dauersiedlungsraums (großflächige, aber dünn besiedelte Gebiete) zunimmt.

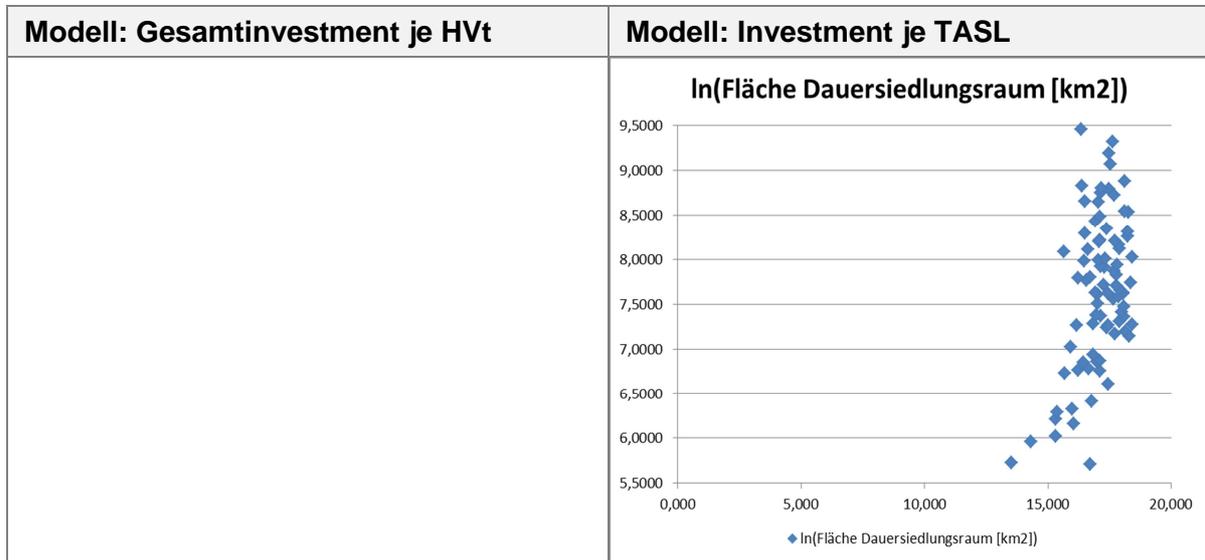


Abbildung 6: XY-Plot $\ln(\text{Investment TASL})$ versus $\ln(\text{Fläche Dauersiedlungsraum [km2]})$

Variable: $\ln(\text{Siedlungspunkte 2003})$: Die folgende Abbildung 7 gibt den positiven Zusammenhang zwischen der (logarithmierten) Kennzahl und den (logarithmierten) Investitionswerten an. D.h. Je höher die Anzahl der Siedlungspunkte, desto weitläufiger, zersiedelter ist auch der Anschlussbereich. Oft weisen die Siedlungspunkte große Entfernung vom Hauptverteiler auf. Aufgrund hoher Grabungskosten steigen mit zunehmender Anzahl von Siedlungspunkten sowohl die Gesamtinvestitionskosten als auch die notwendigen Investitionswerte je TASL. Die Variable hat die dritthöchste Korrelation ($r=+0,580$) mit dem logarithmierten Gesamtinvestment je HVt.

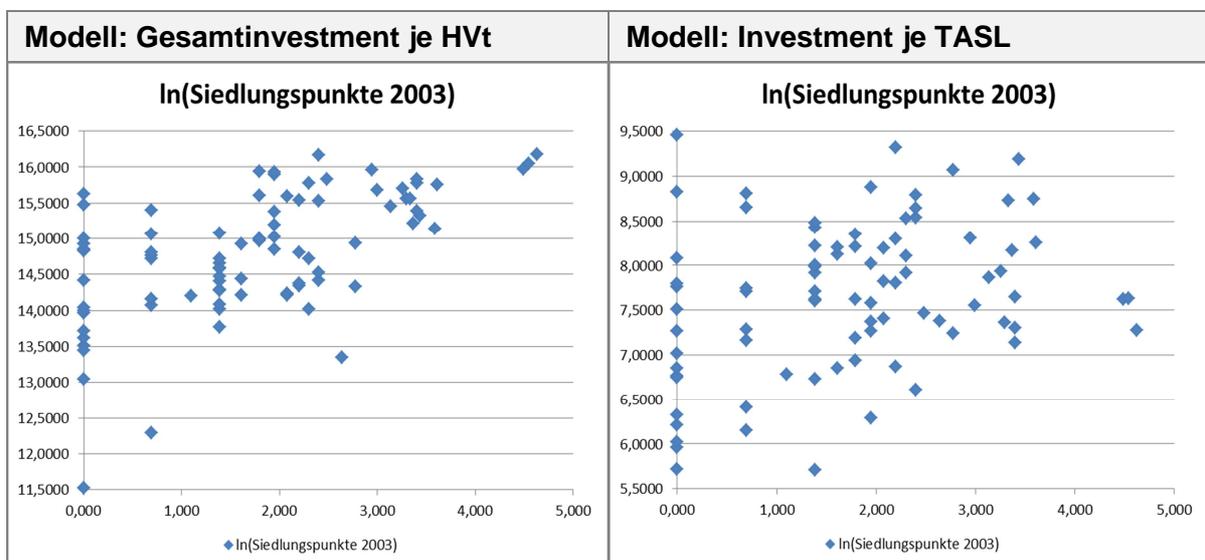


Abbildung 7: XY-Plot $\ln(\text{Investment je HVt bzw. TASL})$ versus $\ln(\text{Siedlungspunkte 2003})$

Variable: $\ln(\text{Anzahl Wohngebäude 2014})$: Aus dem Streudiagramm (Abbildung 8) ist der eindeutig positive Zusammenhang zwischen den logarithmierten Investitionswerten je HVt und der (logarithmierten) Anzahl der Wohngebäude zu erkennen. D.h. je mehr Gebäude angeschlossen werden können, desto höher die Gesamtkosten des HVt. Die Variable hat die höchste Korrelation ($r=+0,834$) mit dem logarithmierten Gesamtinvestment je HVt.

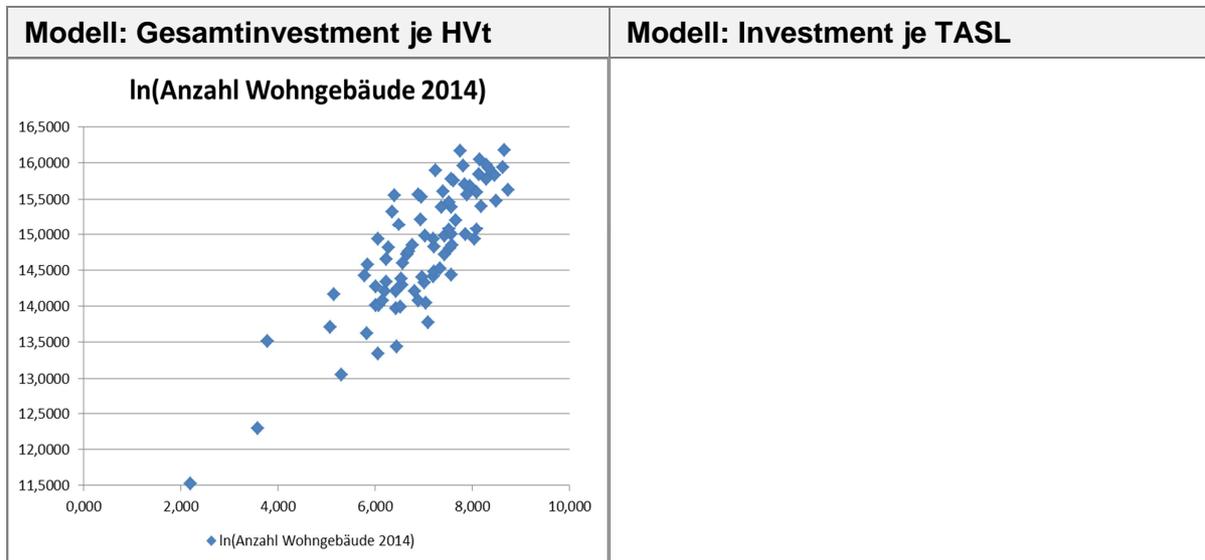


Abbildung 8: XY-Plot $\ln(\text{Investment je HVt})$ versus $\ln(\text{Anzahl Wohngebäude 2014})$

Variable: $\ln(\text{Anschlüsse pro km}^2)$: Aus dem Streudiagramm (Abbildung 9) ist der eindeutig negative Zusammenhang zwischen dem (logarithmierten) Investitionswerten je TASL und der (logarithmierten) Anzahl der Anschlüsse pro km^2 (Dichte) zu erkennen. D.h. je größer die Dichte der Gebäude je km^2 ist, desto niedriger sind die notwendigen Investitionen je TASL. Die Variable hat die höchste Korrelation ($r=-0,868$) mit dem logarithmierten Investment je TASL.

Auch der Regressionsparameter liefert einen negativen Koeffizienten. Dies gilt auch für die Gesamtinvestitionen je HVt, wenn der Effekt auch weitaus geringer ausgeprägt ist. Das Streudiagramm zeigt (im paarweisen Fall) einen positiven Zusammenhang zwischen den Gesamtinvestitionen je HVt und der Dichte der Anschlüsse. Wie bereits eingangs dargestellt, erklären in einer Multivariaten Regression alle Variablen gemeinsam das Ergebnis. In den hier dargestellten Streudiagrammen wird jedoch der Effekt der einzelnen Variablen aufgezeigt.

Wird testweise die erklärende Variable $\ln(\text{Anzahl Wohngebäude 2014})$ aus der Multivariaten Regressionsgleichung für das Gesamtinvestment je HVt entfernt, werden die Vorzeichen der Variablen $\ln(\text{Anschlüsse pro km}^2)$, Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude und $\ln(\text{bebautes Gebiet [km}^2])$ in der Gleichung umgedreht und entsprechen dann den Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten.

Die Variable $\ln(\text{Anzahl Wohngebäude 2014})$ bleibt jedoch Bestandteil des Modells, da sie einen hohen Erklärungsbeitrag leistet.

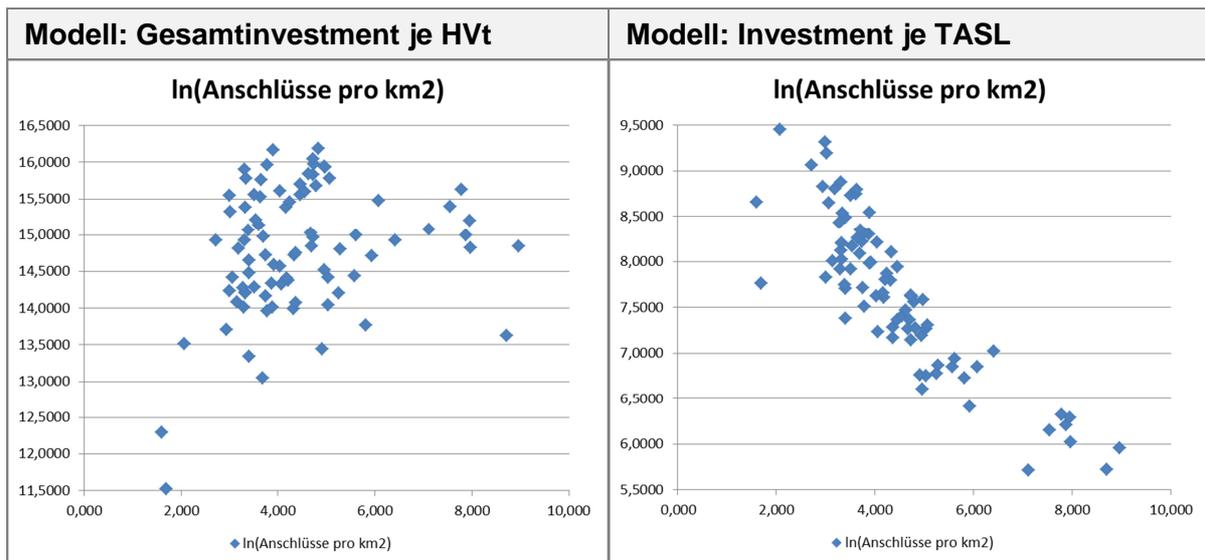


Abbildung 9: XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus Ln(Anschlüsse pro km2)

Variable: $\ln(\text{Wohnungen je Wohngebäude})$: Die folgende Abbildung 10 stellt den stark negativ ausgeprägten Zusammenhang zwischen der (logarithmierten) Kennzahl und den (logarithmierten) Investitionswerten je TASL dar. D.h. je größer die Dichte der Wohnungen in den Gebäuden ist, desto niedriger sind die notwendigen Investitionen je TASL. Die Variable hat die zweithöchste Korrelation ($r=-0,732$) mit dem logarithmierten Investment je TASL.

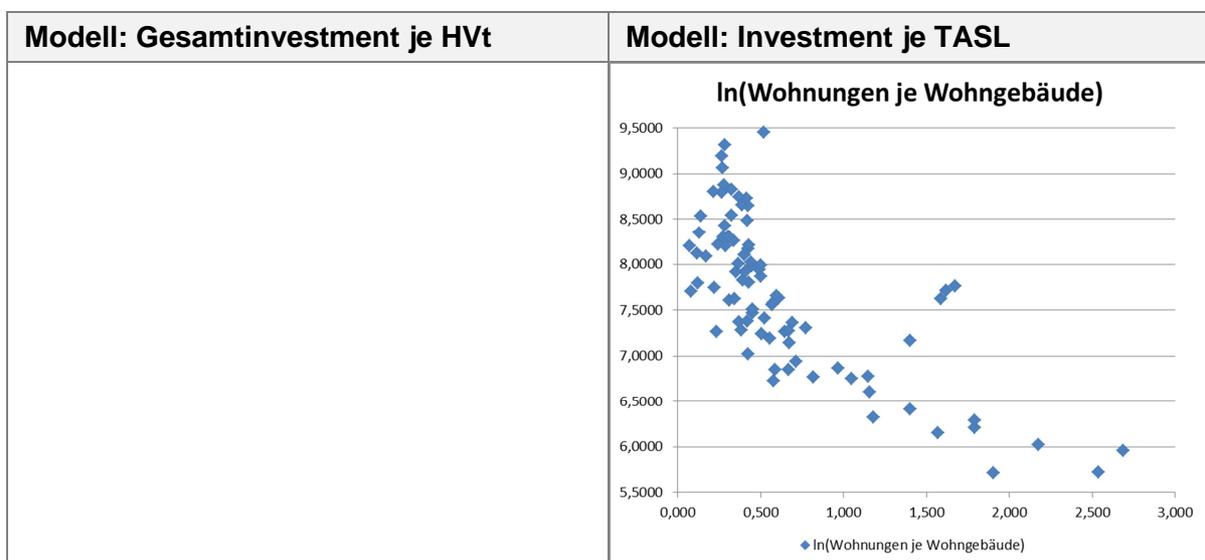


Abbildung 10: XY-Plot Ln(Investment je TASL) versus Ln(Wohnungen je Wohngebäude)

Variable: Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude: Die folgende Abbildung 11 stellt den (durch einige wenige Datenpunkte indizierten) leicht negativ ausgeprägten Zusammenhang zwischen der Variablen und den (logarithmierten) Investitionswerten je HVt dar. Der Koeffizient der Regressionsgleichung ist jedoch leicht positiv. Wie bereits dargestellt, erklären in einer Multivariaten Regression alle Variablen gemeinsam das Ergebnis. In den hier dargestellten Streudiagrammen wird jedoch der Effekt der einzelnen

Variablen aufgezeigt (siehe auch die Ausführungen oberhalb Abbildung 9). Wenn mehr Personen (mit Hauptwohnsitz) in einem Wohngebäude (Wohnhausanlagen) leben, sind die notwendigen Investitionen je HVt höher (als bei Einfamilienhäusern).

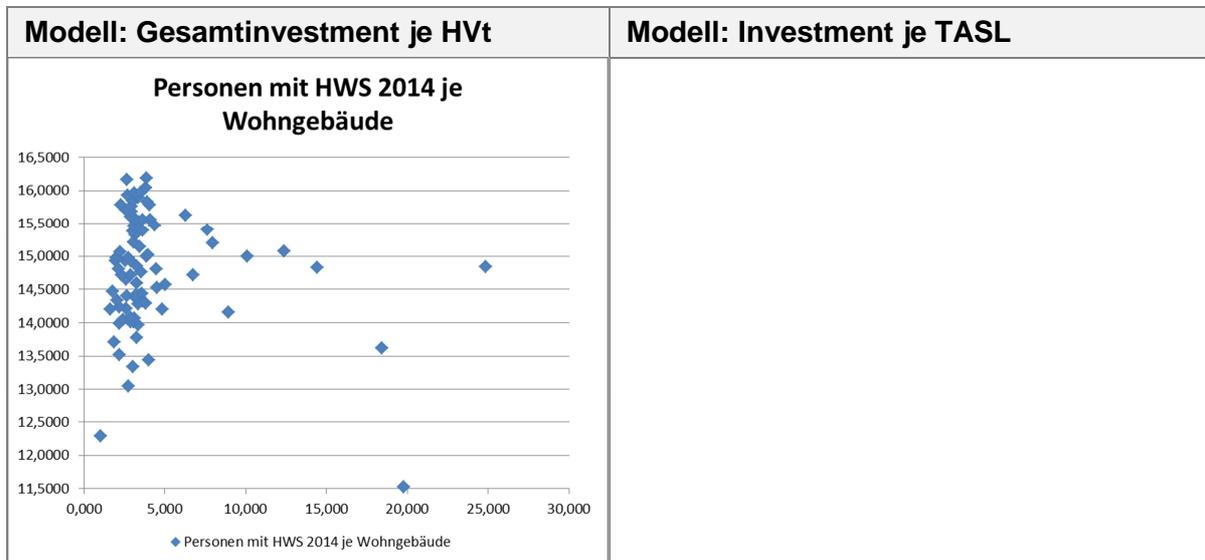


Abbildung 11: XY-Plot Ln(Investment je HVt) versus Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude

Variable: Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude: Die Streudiagramme in Abbildung 12 stellen den ebenfalls leicht negativ ausgeprägten Zusammenhang zwischen der Variablen und den (logarithmierten) Investitionswerten je HVt bzw. TASL dar. Die Koeffizienten der Variablen sind in beiden Regressionsgleichungen jedoch positiv. Sie müssen aber, wie bereits erwähnt, im Gesamtkontext der erklärenden Variablen interpretiert werden. Wenn mehr Personen (mit Nebenwohnsitz) in einem Wohngebäude (Ferienanlage, Wochenendhaus) leben, sind die notwendigen Investitionen je HVt bzw. TASL höher (als in landwirtschaftlichen Bereichen).

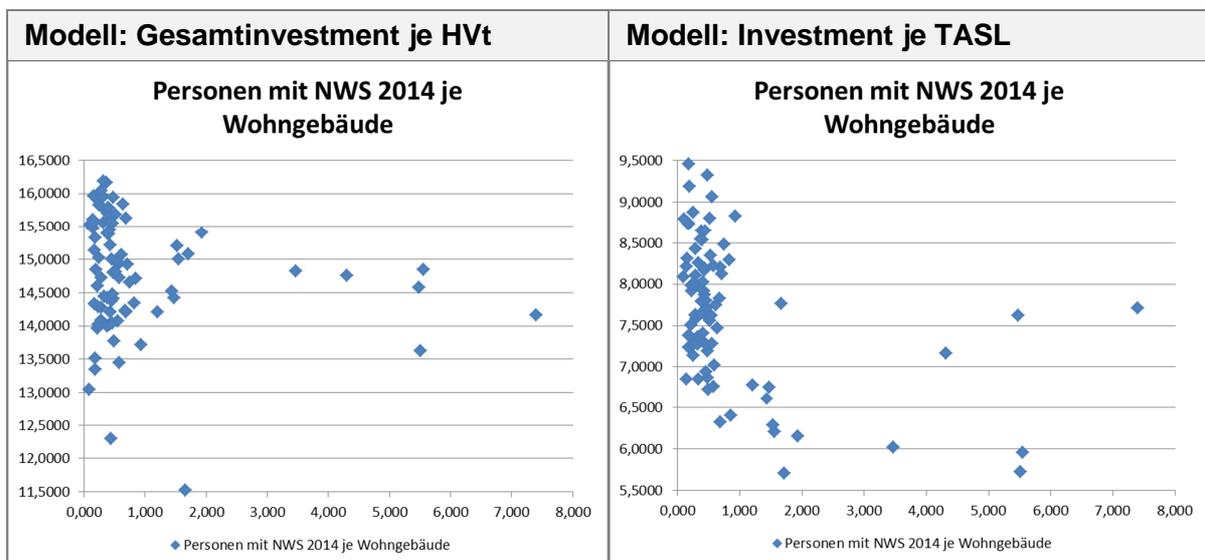


Abbildung 12: XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude

Variable: Straße % Land: Die Streudiagramme in Abbildung 13 stellen den positiv ausgeprägten Zusammenhang zwischen der Variablen und den (logarithmierten) Investitionswerten je HVt bzw. TASL dar. Je höher der Anteil an Landesstraßen an der gesamten Straßenlänge in einem Anschlussbereich ist, desto höher sind die notwendigen Investitionen je HVt bzw. TASL.

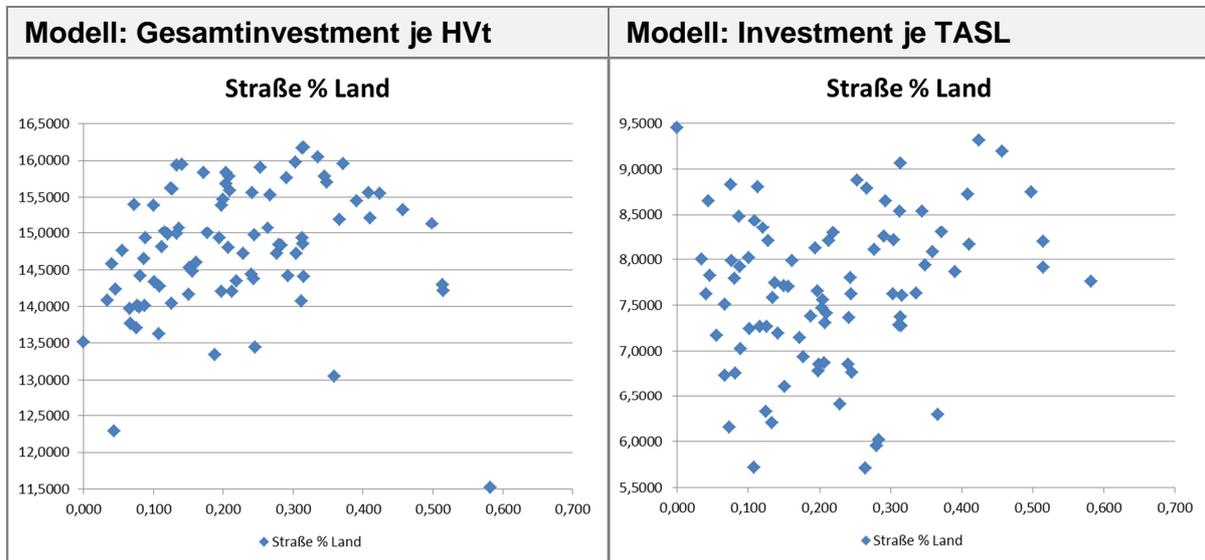


Abbildung 13: XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus Straße % Land

Variable: ln(bebautes Gebiet [km2]): Aus dem Streudiagramm (Abbildung 14) ist der eindeutig negative Zusammenhang zwischen dem (logarithmierten) Investitionswert je TASL und der (logarithmierten) flächenmäßigen Größe des bebauten Gebiets (Städte) zu erkennen. D.h. je größer die Fläche, desto niedriger sind die notwendigen Investitionen je TASL.

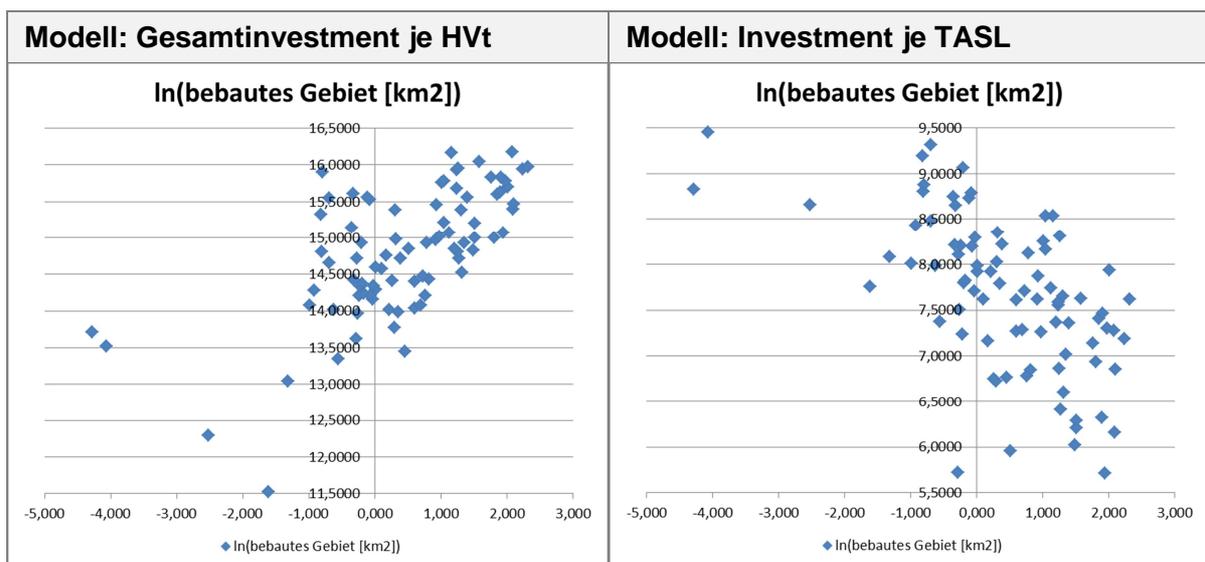


Abbildung 14: XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus ln(Bebautes Gebiet [km2])

Auch der Koeffizient der Variablen in der Regressionsgleichung für die Gesamtinvestitionen je HVt weist auf einen negativen Zusammenhang hin, wohingegen das Streudiagramm in Abbildung 14, welches den Effekt der einzelnen Variablen aufgezeigt, einen positiven Zusammenhang nahelegt. Wie bereits mehrmals dargelegt, erklären in einer Multivariaten Regression alle Variablen gemeinsam das Ergebnis (siehe auch die Ausführungen oberhalb Abbildung 9). Die Variable hat die zweithöchste Korrelation ($r=+0,649$) mit dem logarithmierten Gesamtinvestment je HVt.

Variable: Anteil % bebautes Gebiet: Zwischen dem flächenmäßigen Anteil der Baufläche an der Gesamtfläche eines Anschlussbereichs und dem (logarithmierten) Investitionswert je HVT bzw. TASL besteht ein positiver Zusammenhang in den Koeffizienten der Regressionsgleichungen. D.h. je größer der Anteil, desto höher sind die notwendigen Investitionen je HVt bzw. TASL. Dies gilt auch für die Investitionen je TASL, auch wenn das Diagramm einen negativen Zusammenhang zeigt. Wie bereits mehrfach dargestellt, erklären in einer Multivariaten Regression alle Variablen gemeinsam das Ergebnis. In den hier dargestellten Streudiagrammen (Abbildung 15) wird jedoch der Effekt der einzelnen Variablen aufgezeigt. Die Variable hat die dritthöchste Korrelation ($r=-0,688$) mit dem logarithmierten Investment je TASL.

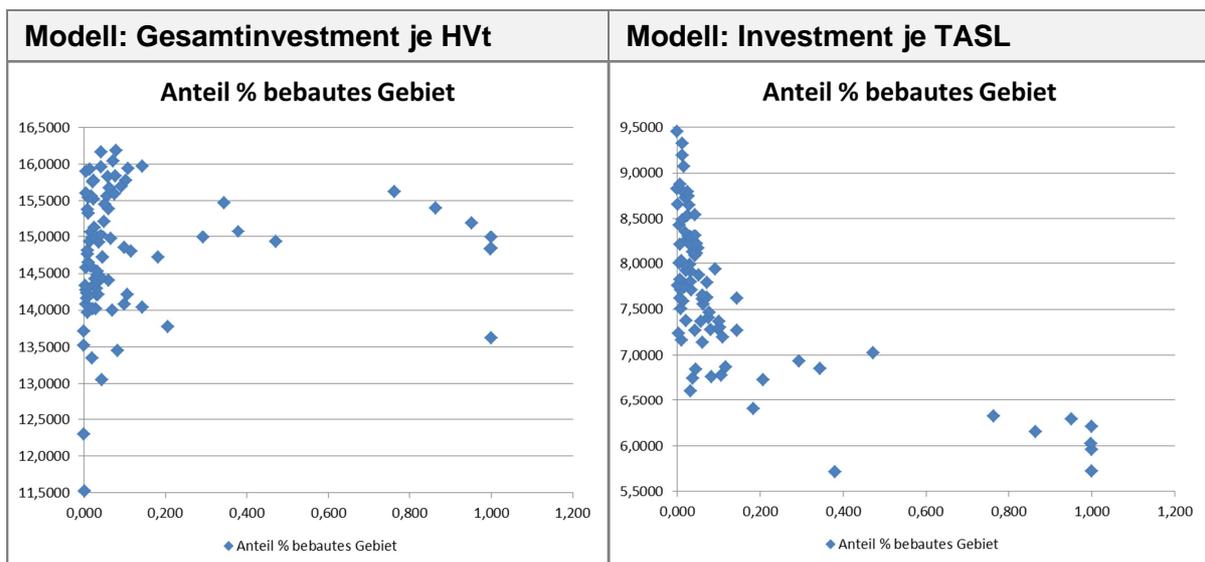


Abbildung 15: XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus Anteil % bebautes Gebiet

5.4 Validität des Modells

Für die Bestimmung der externen Prognosequalität wurden die Modelle kreuzvalidiert, wobei jede Beobachtung einmal weggelassen wurde. Die bei der Schätzung nicht berücksichtigte Beobachtung wurde dann prognostiziert. Die Ergebnisse aller Varianten finden sich in

Modellansatz	r-Quadrat kreuzvalidiert t	r-Quadrat in Sample	Korrelation	MAPE _K
Gesamtinvestment je HVt	0,9037	0,9361	0,9506	± 1,4%
Investment je TASL	0,9019	0,9343	0,9497	± 2,6%

Tabelle 4: Validität der Modelle

Modellansatz	r-Quadrat kreuzvalidiert t	r-Quadrat in Sample	Korrelation	MAPE ²⁴ _K
Gesamtinvestment je HVt	0,9037	0,9361	0,9506	± 1,4%
Investment je TASL	0,9019	0,9343	0,9497	± 2,6%

5.5 Vergleich der Ergebnisse der Hochrechnung

Für alle Modelle ergaben sich korrigierte r-Quadrate (adjustiertes Bestimmtheitsmaß) von über 92%. Die detaillierten Ergebnisse mit Parameter- und t-Werten (t-Statistik) sowie Signifikanzniveaus (P-Werte) aller Parameter befinden sich in Tabelle 6 bis Tabelle 9.

Bevor jedoch auf die Ergebnisdetails eingegangen wird, sollen die Ergebnisse der Hochrechnung der beiden Modellansätze (Gesamtkosten je HVt und Durchschnittskosten je TASL) einander anhand des Datensatzes A (aktuelle Nachfrage A1TA) gegenüber gestellt werden.

Die Anwendung der Modelle auf die unbekanntenen Anschlussbereiche ergibt einerseits die Gesamtkosten je HVt andererseits einen durchschnittlichen Investitionsbetrag je TASL. Die zweite Spalte in Tabelle 5 enthält die mit den beiden Modellansätzen mittels Regression in den einzelnen Anschlussbereichen ermittelten gesamten Investitionskosten aller Anschlussbereiche. Spalte drei zeigt die durchschnittlichen Investitionskosten der TASL. Die vierte Spalte zeigt das zugehörige 95% Konfidenzintervall. Die Spalten fünf und sechs zeigen, dass auch die hochgerechneten Investitionswerte je HVt bzw. je TASL in hohem Grade korrelieren, d.h. sehr ähnliche Ergebnisse für jeden einzelnen HVt-Einzugsbereich liefern ($r=1,0$: Ergebnisse sind ident).

²⁴ MAPE = Mean absolute percent prediction error

Tabelle 5: Schätzergebnisse der Varianten

Modellansatz	Gesamtinvestment	Ø Investment je TASL	Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$)	Korrelation	
				Investment je HVt	Investment je TASL
Gesamtinvestment je HVt	€ 4,65 Mrd.	€ 1.732	± 5,096%	0,991	0,987
Investment je TASL	€ 4,68 Mrd	€ 1.742	± 5,096%		
Abweichung	0,58%	0,58%			

Abbildung 16 stellt mittels eines XY-Plots die hohe Korrelation der Modellansätze dar. Auf Abszisse sind die kumulierten Investitionskosten über alle Anschlussbereiche aufgetragen, wobei der Anschlussbereich mit den geringsten Investitionskosten je Teilnehmer sich am linken Rand der Ordinate befindet. Die individuellen Investitionen je Anschlussbereich werden durch die Datenpunkte abgebildet. Auffallend ist die Konzentration der sehr kleinen Anschlussbereiche, welche im rechten, unteren Bereich zu erkennen ist.

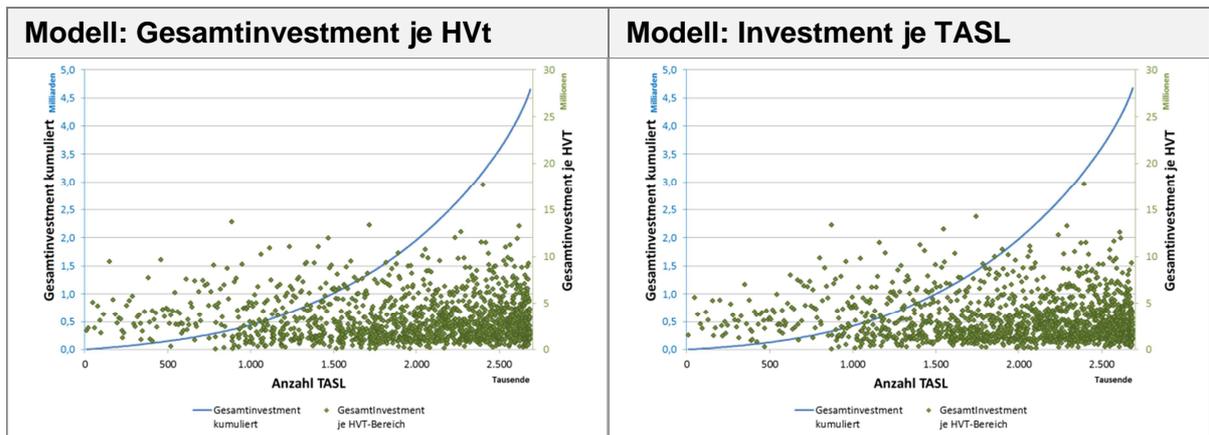


Abbildung 16: XY-Plot Vergleich der Modellansätze kumulierten Investitionskosten aller HVt

Beide Ansätze liefern ein fast identes Ergebnis. Sowohl die österreichweiten Gesamtinvestitionskosten über alle Anschlussbereiche (ca. 4,7 Mrd. Euro) hinweg als auch die Durchschnittskosten je TASL weichen um ca. 0,5% voneinander ab. Wie aus obiger Abbildung ersichtlich, ist auch die Verteilung der individuellen Investitionen je Anschlussbereich ähnlich. Die Abweichung der Werte ist in Abbildung 17 dargestellt. Im Idealfall (idente Modellergebnisse) liegen alle Punkte auf der Geraden. Die Pearsonschen Korrelationskoeffizienten, wie schon in Tabelle 5 dargestellt, sind ebenfalls sehr hoch.

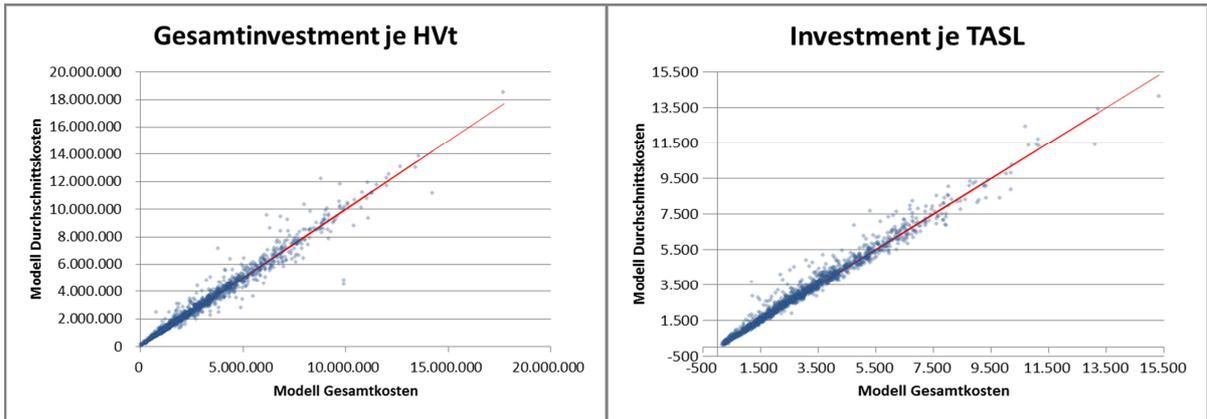


Abbildung 17: XY-Plot Vergleich der Modellansätze Gesamtkosten versus Durchschnittskosten

5.6 Ergebnisse im Detail

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der beiden Modellansätze für die vier durchgerechneten Datensätze dargestellt.

5.6.1 Regressionsergebnisse Datensatz A

Dieser Abschnitt gibt in Tabelle 6 die Ergebnisse der statistischen Hochrechnung des Datensatzes A (vergleiche Abschnitt 4.3.1) wieder. Die Tabelle ist in drei Bereiche gegliedert: (1) Darstellung der erklärenden Variablen, ihrer Koeffizienten und statistischer Signifikanzkennzahlen für die beiden Modellansätze, (2) Regressionsstatistik und (3) das Ergebnis für die durchschnittlichen Investitionswerte je TASL.

Tabelle 6: Parameter der Prognosemodelle für Datensatz A

erklärende Variablen	lfd. Variablennummer	Gesamtinvestment je HVt				Investment je TASL			
		logarithmiert	Koeffizienten	t-Statistik	P-Wert	logarithmiert	Koeffizienten	t-Statistik	P-Wert
Intercept			7,5643	17,9375	2E-28		2,4285	1,7003	0,0933
GeoTyp6	7	✗	-0,3435	-3,9632	0,0002	✗	-0,2999	-3,5419	0,0007
GeoTyp7	8	✗	-0,4529	-4,6428	1E-05	✗	-0,3704	-3,7240	0,0004
KreisU/KreisF	15	✓	0,5461	2,6924	0,0088	✗	0,3253	2,5743	0,0121
Fläche Dauersiedlungsraum [km2]	16					✓	0,3443	4,7274	1E-05
Siedlungspunkte 2003	18	✓	0,0871	2,6154	0,0108	✓	0,0714	2,1521	0,0347
Anzahl Wohngebäude 2014	24	✓	1,3055	18,6721	2E-29				
Anschlüsse pro km2	27	✓	-0,6117	-9,8741	4E-15	✓	-0,2054	-3,1880	0,0021
Wohnungen je Wohngebäude	29					✓	-1,1527	-9,9212	4E-15
Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude	30	✗	0,0326	2,3366	0,0222				
Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude	31	✗	0,1943	6,6421	5E-09	✗	0,1795	5,2394	2E-06
Straße % Land	38	✗	0,7782	2,8896	0,0051	✗	1,0889	4,4274	3E-05
bebautes Gebiet [km2]	40	✓	-0,3461	-6,9242	1E-09	✓	-0,3903	-7,5393	1E-10
Anteil % bebautes Gebiet	41	✗	1,8300	7,0667	8E-10	✗	1,7694	7,0343	9E-10

Regressions-Statistik

Bestimmtheitsmaß 0,9361 0,9343

Adjustiertes Bestimmtheitsmaß 0,9265 0,9243

	HVt	ULL- Standorte
∅ Investwert je TASL Modell	1.732	978
∅ Investwert je TASL final [€]	1.737	977

	HVt	ULL- Standorte
	1.742	976

In der ersten Spalte von Tabelle 6 ist der Variablenname der unabhängigen Variablen zu finden. Hinsichtlich des Inhalts der Variablen bzw. der entsprechenden Datenquelle sei auf die Abschnitte 5.3 bzw. 5.2 verwiesen. In Spalte zwei ist eine (interne) laufende Nummer der Variablen zu finden. Die weiteren folgenden 2x4 Spalten geben an: (a) ob die Variable logarithmiert wird, (b) die Koeffizienten (c) die t-Statistiken und (d) P-Werte jeweils für den Modellansatz Gesamtkosten je HVt und Durchschnittskosten je TASL. Ist der absolute Betrag der t-Statistik einer Variablen über dem kritischen Wert (hier 1,9930) oder der P-Wert unter 0,05, ist die Variable statistisch signifikant. Im vorliegenden Fall sind alle Variablen bis auf das Intercept im Modell Investment je TASL signifikant (hier bedeutet es nur, dass der Schnittpunkt mit der y-Achse nicht signifikant von Null verschieden ist, d.h. die Regressionsgerade kann auch durch den Ursprung gehen).

Der zweite Teil – die Regressionsstatistik, zeigt die hohen adjustierten Bestimmtheitsmaße (korr. R^2) von über 0,92.

Der letzte Teil gibt die durchschnittlichen Investitionswerte je TASL wieder.

5.6.2 Regressionsergebnisse Datensatz B

Das Regressionsmodell für den Datensatz B (vergleiche Abschnitt 4.3.2) unterscheidet sich nur hinsichtlich der zusätzlichen erklärenden Variablen *Geotyp* 4. ansonsten sind die anderen Variablen identisch (auch in den Vorzeichen der Koeffizienten) zum Datensatz A, daher sei hinsichtlich der Erläuterung der Variablen auf Abschnitt 5.3 verwiesen. Auch ein Vergleich zwischen den beiden Modellansätzen fällt ähnlich aus wie bei Datensatz A, d.h. die Korrelation ist auch hier über 0,98 (Abweichung <0,4%) und die Gesamtinvestitionen über alle HVt kommen in der Höhe von 3,45 Mrd. Euro zu liegen.

Die Ergebnisse des Datensatzes B sind in Tabelle 7 dargestellt. Hinsichtlich der Erläuterung des Tabellenaufbaus, sei auf den vorigen Abschnitt verwiesen.

Tabelle 7: Parameter der Prognosemodelle für Datensatz B

erklärende Variablen	Ifd. Variablennummer	Gesamtinvestment je HVt				Investment je TASL			
		logarithmiert	Koeffizienten	t-Statistik	P-Wert	logarithmiert	Koeffizienten	t-Statistik	P-Wert
Intercept			7,0543	16,5052	4E-26		1,8428	1,2835	0,2034
GeoTyp4	5	✗	0,2781	2,7369	0,0078				
GeoTyp6	7	✗	-0,3594	-4,1172	0,0001	✗	-0,3429	-4,0286	0,0001
GeoTyp7	8	✗	-0,4443	-4,4960	3E-05	✗	-0,3799	-3,8002	0,0003
KreisU/KreisF	15	✓	0,5041	2,4888	0,0151	✗	0,3111	2,4488	0,0167
Fläche Dauersiedlungsraum [km ²]	16					✓	0,3550	4,8501	7E-06
Siedlungspunkte 2003	18	✓	0,1033	3,0852	0,0029	✓	0,0691	2,0738	0,0416
Anzahl Wohngebäude 2014	24	✓	1,3139	18,5904	3E-29				
Anschlüsse pro km ²	27	✓	-0,5845	-9,4108	4E-14	✓	-0,1843	-2,8458	0,0057
Wohnungen je Wohngebäude	29					✓	-1,0060	-8,6137	1E-12
Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude	30	✗	0,0404	2,8992	0,005				
Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude	31	✗	0,1560	4,9482	5E-06	✗	0,1538	4,4658	3E-05
Straße % Land	38	✗	0,6539	2,4301	0,0176	✗	0,9882	3,9969	0,0002
bebautes Gebiet [km ²]	40	✓	-0,3387	-6,7098	4E-09	✓	-0,3773	-7,2504	4E-10
Anteil % bebautes Gebiet	41	✗	1,9625	7,2313	4E-10	✗	1,6850	6,6640	4E-09

Regressions-Statistik

Bestimmtheitsmaß	0,9401	0,9214
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0,9301	0,9095

Ø Investwert je TASL Modell

Ø Investwert je TASL final [€]

HVt	ULL- Standorte
1.285	777
1.288	775

HVt	ULL- Standorte
1.290	773

5.6.3 Regressionsergebnisse Datensatz A (2005)

Das Regressionsmodell für den Datensatz A (2005) (vergleiche Abschnitt 4.4) unterscheidet sich nur hinsichtlich der zusätzlichen erklärenden Variablen *Geotyp 1* und *Geotyp 4*. ansonsten sind die anderen Variablen identisch (auch in den Vorzeichen der Koeffizienten) zum Datensatz A, daher sei hinsichtlich der Erläuterung der Variablen auf Abschnitt 5.3 verwiesen. Auch ein Vergleich zwischen den beiden Modellansätzen fällt ähnlich aus wie bei Datensatz A, d.h. die Korrelation ist auch hier über 0,98 (Abweichung 0,7%) und die Gesamtinvestitionen über alle HVt kommen in der Höhe von 4,91 Mrd. Euro zu liegen.

Die Ergebnisse des Datensatzes A (2005) sind in Tabelle 8 dargestellt. Hinsichtlich der Erläuterung des Tabellenaufbaus, sei auf den Abschnitt 5.6.1 verwiesen.

Tabelle 8: Parameter der Prognosemodelle für Datensatz A 2005

erklärende Variablen	Ifd. Variablennummer	Gesamtinvestment je HVt				Investment je TASL			
		logarithmiert	Koeffizienten	t-Statistik	P-Wert	logarithmiert	Koeffizienten	t-Statistik	P-Wert
Intercept			7,4288	18,2908	1,4E-28		2,9162	2,0890	0,04029
GeoTyp1	2	✗	0,3775	2,1290	0,03673	✗	0,4800	2,3381	0,0222
GeoTyp4	5	✗	0,2248	2,3408	0,02206	✗	0,2478	2,2885	0,02509
GeoTyp6	7	✗	-0,3597	-4,3622	4,3E-05	✗	-0,2888	-3,5456	0,0007
GeoTyp7	8	✗	-0,4148	-4,4437	3,2E-05	✗	-0,4373	-4,5475	2,2E-05
KreisU/KreisF	15	✓	0,5489	2,8675	0,00544	✗	0,3077	2,5547	0,01277
Fläche Dauersiedlungsraum [km2]	16					✓	0,3203	4,5013	2,6E-05
Siedlungspunkte 2003	18	✓	0,1018	3,2222	0,00192	✓	0,1019	3,1270	0,00256
Anzahl Wohngebäude 2014	24	✓	1,3325	19,9501	8E-31				0
Anschlüsse pro km2	27	✓	-0,6219	-10,5833	3E-16	✓	-0,2099	-3,4042	0,00109
Wohnungen je Wohngebäude	29					✓	-1,4048	-10,0933	2,3E-15
Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude	30	✗	0,0306	2,2779	0,02575				0
Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude	31	✗	0,1684	5,6591	3E-07	✗	0,1989	5,8254	1,5E-07
Straße % Land	38	✗	0,7548	2,9721	0,00404	✗	1,0701	4,5644	2E-05
bebautes Gebiet [km2]	40	✓	-0,3501	-7,3161	3,1E-10	✓	-0,3730	-7,4266	1,9E-10
Anteil % bebautes Gebiet	41	✗	1,7207	5,8641	1,3E-07	✗	1,5807	5,4213	7,7E-07

Regressions-Statistik

Bestimmtheitsmaß	0,94713	0,94385
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0,93745	0,93357

Ø Investwert je TASL Modell	<table border="1"> <tr> <th>HVt</th> <th>ULL- Standorte</th> </tr> <tr> <td>1.651</td> <td>932</td> </tr> </table>		HVt	ULL- Standorte	1.651	932	<table border="1"> <tr> <th>HVt</th> <th>ULL- Standorte</th> </tr> <tr> <td>1.663</td> <td>924</td> </tr> </table>	HVt	ULL- Standorte	1.663	924
	HVt	ULL- Standorte									
1.651	932										
HVt	ULL- Standorte										
1.663	924										
Ø Investwert je TASL final [€]	<table border="1"> <tr> <th>HVt</th> <th>ULL- Standorte</th> </tr> <tr> <td>1.657</td> <td>928</td> </tr> </table>		HVt	ULL- Standorte	1.657	928					
HVt	ULL- Standorte										
1.657	928										

5.6.4 Regressionsergebnisse Datensatz B (2005)

Das Regressionsmodell für den Datensatz B (2005) (vergleiche Abschnitt 4.4) unterscheidet sich nicht vom Modell für Datensatz A (2005); d.h. auch die Vorzeichen der Koeffizienten sind identisch, daher sei hinsichtlich der Erläuterung der Variablen auf Abschnitt 5.3 verwiesen. Auch ein Vergleich zwischen den beiden Modellansätzen fällt ähnlich aus wie bei Datensatz A (2005), d.h. die Korrelation ist auch hier über 0,98 (Abweichung 0,3%) und die Gesamtinvestitionen über alle HVt kommen in der Höhe von 3,65 Mrd. Euro zu liegen.

Die Ergebnisse des Datensatzes B (2005) sind in Tabelle 9 dargestellt. Hinsichtlich der Erläuterung des Tabellenaufbaus, sei auf den Abschnitt 5.6.1 verwiesen.

Tabelle 9: Parameter der Prognosemodelle für Datensatz B 2005

erklärende Variablen	Ifd. Variablennummer	Gesamtinvestment je HVt				Investment je TASL			
		logarithmiert	Koeffizienten	t-Statistik	P-Wert	logarithmiert	Koeffizienten	t-Statistik	P-Wert
Intercept			7,0648	17,0784	7,5E-27		2,2668	1,6328	0,10694
GeoTyp1	2	✓	0,4147	2,2967	0,02459	✓	0,4292	2,1023	0,03908
GeoTyp4	5	✗	0,3178	3,2492	0,00177	✗	0,2936	2,7267	0,00805
GeoTyp6	7	✗	-0,3989	-4,7497	1E-05	✗	-0,3265	-4,0306	0,00014
GeoTyp7	8	✗	-0,4373	-4,5998	1,8E-05	✗	-0,4397	-4,5984	1,8E-05
KreisU/KreisF	15	✓	0,5146	2,6392	0,01021	✗	0,2896	2,4179	0,01818
Fläche Dauersiedlungsraum [km2]	16					✓	0,3341	4,7214	1,1E-05
Siedlungspunkte 2003	18	✓	0,1089	3,3840	0,00117	✓	0,0998	3,0792	0,00295
Anzahl Wohngebäude 2014	24	✓	1,3217	19,4276	3,9E-30				
Anschlüsse pro km2	27	✓	-0,5873	-9,8124	7,5E-15	✓	-0,1855	-3,0247	0,00346
Wohnungen je Wohngebäude	29					✓	-1,2699	-9,1745	1,1E-13
Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude	30	✗	0,0368	2,6891	0,00892				
Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude	31	✗	0,1528	5,0434	3,4E-06	✗	0,1703	5,0138	3,8E-06
Straße % Land	38	✗	0,6222	2,4052	0,01877	✗	0,9834	4,2177	7,2E-05
bebautes Gebiet [km2]	40	✓	-0,3282	-6,7323	3,6E-09	✓	-0,3631	-7,2702	3,7E-10
Anteil % bebautes Gebiet	41	✗	1,6678	5,5807	4,1E-07	✗	1,5723	5,4219	7,7E-07

Regressions-Statistik

Bestimmtheitsmaß	0,94788	0,93483
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0,93834	0,92290

	HVt	ULL- Standorte		HVt	ULL- Standorte
Ø Investwert je TASL Modell	1.228	738		1.232	730
Ø Investwert je TASL final [€]	<u>1.230</u>	<u>734</u>			

6 Ermittlung der monatlichen Kosten

Das System RTR_ACCNET sowie die darauffolgende statistische Hochrechnung liefern die Werte für Einmalinvestitionen zur Errichtung der Anschlussnetzinfrastruktur (CAPEX). Diese einmaligen Investitionswerte je Teilnehmeranschlussleitung werden in der weiteren Folge der Berechnungen im Modul zur Kostenermittlung auf monatliche Werte umgelegt (Annuisierung der CAPEX) und dabei um Kostenbestandteile wie Zinskosten und in Folge um Betriebskosten und Overhead (OPEX) ergänzt.

6.1 Dynamischer Ansatz

Bei einem dynamischen Ansatz werden die Kosten der Abschreibung für die Investitionen sowie die Zinskosten für gebundenes Kapital in einer gemeinsamen über die Zeit konstanten Zahlung (Annuität) vereint. Dazu wird die Investition mit einem entsprechenden Annuitätenfaktor multipliziert, der auch die Zinseszinsseffekte berücksichtigt.

Die monatlichen Mietkosten je Teilnehmeranschlussleitung errechnen sich diesem Ansatz folgend aus der Multiplikation des Investitionswertes je Teilnehmeranschlussleitung mit dem Annuitätenfaktor RI_{ann} , wobei zusätzlich weitere Kostenbestandteile (Zusatzkosten, Mark-Up, Betriebskostenaufschlag) hinzugerechnet werden.

Folgende Formeln stellen die Berechnungsmethodik für die monatlichen Mietkosten nach dem dynamischen Ansatz dar:

$$\text{monatliche Mietkosten} = (\text{Invest} * RI_{ann} + \text{Zusatzkosten} + \text{Markup} + \text{Bka}) * \frac{1}{12}$$

Formel 3: Berechnung der jährlichen Mietkosten in einem dynamischen Ansatz

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

wobei $q = \frac{1}{1+WACC}$

Formel 4: Berechnung des Annuitätenfaktors

wobei

n = wirtschaftliche Nutzungsdauer der Investition

$WACC$ = Kapitalkostenzinssatz (Weighted Average Cost of Capital).

Bka = Betriebskostenaufschlag

Die monatlichen Mietkosten je Teilnehmeranschlussleitung errechnen sich auch hier, wie oben in Formel 3 dargestellt, aus der Multiplikation des Investitionswertes je Teilnehmeranschlussleitung mit dem Annuitätenfaktor RI_{ann} , wobei zusätzlich weitere Kostenbestandteile (Zusatzkosten, Mark-Up, Betriebskostenaufschlag) hinzugerechnet werden.

Dieser Ansatz gelangt auch bei der geänderten Berechnung Margin Squeeze-freier Entbündelungsentgelte zur Anwendung.²⁵

6.2 Die Parameter des Kostenmoduls

wirtschaftliche Nutzungsdauer (n):

Die typische wirtschaftliche Nutzungsdauer von Kupferkabeln beträgt 20 Jahre.²⁶ Für das aus Kupferkabeln bestehende Anschlussnetz wird von den Gutachtern daher eine wirtschaftliche Nutzungsdauer von 20 Jahren angesetzt.

Zusatzkosten:

Da ein Bottom-Up-Modell die „reinen“ Investitionskosten eines Anschlussbereiches ermittelt, sind jährliche OPEX-Kosten zusätzlich bei der Berechnung der monatlichen Mietkosten zu berücksichtigen. Die Zusatzkosten stellen jährliche Kosten je Teilnehmeranschlussleitung für Planzeug und Evidenhaltung dar (technisches Back-Office). Von den Gutachtern wurde dafür der Wert aus vergangenen Verfahren iHv € 4,65 herangezogen.²⁷

Betriebskostenaufschlag (Bka):

Der Betriebskostenaufschlag dient zur Deckung von operativen Kosten im Anschlussnetz für Schäden, die nicht von Dritten zu beheben sind sowie für erforderliche Umlegungen von Kabeln. Die Schäden umfassen z.B. Kabelbrüche, die durch Erdbewegungen oder Straßeneinbrüche entstehen, bei denen kein Verursacher ermittelt werden kann (im Gegensatz zu sonstigen Bauarbeiten (Dritter), bei denen ein Kabel beschädigt wird). Umlegungen werden dann erforderlich, wenn „im laufenden Betrieb“ Erneuerungsinvestitionen notwendig sind. Der Betriebskostenaufschlag wird hier als investitionsbezogener Wert dargestellt: Von den Gutachtern wurde dafür der Wert aus vergangenen Verfahren iHv € 2 ‰ der Investition herangezogen.²⁸

Mark-Up:

Der Mark-Up iHv 16,2% als Aufschlag zu den direkt zurechenbaren Kosten (= Abschreibung + Zusatzkosten + Betriebskostenaufschlag) dient zur Deckung der Unternehmensgemeinkosten („Overhead“). Darunter sind beispielsweise Kosten für das Rechnungswesen etc. zu verstehen. Kosten der VertriebsEbene sind darin jedenfalls nicht enthalten. Das

²⁵ Vgl. Marktanalysegutachten, Abschnitt 4.1.5.2.2.1

²⁶ Vgl. *Frontier Economics* (2011), S15

²⁷ Vgl. z.B. *Hartl/Kopp/Lukanowicz/Pahs* (2005), S. 55

²⁸ Vgl. z.B. *Hartl/Kopp/Lukanowicz/Pahs* (2005), S. 55

Wirtschaftsprüfungs-, Steuerberatungs- und Unternehmens- bzw. Managementberatungsunternehmen Ernst & Young bestätigte in einem vom VAT beauftragten Privatgutachten den Wert von 16,20% für den Mark-Up und ermittelte in einer Erhebung unter 51 Unternehmen selbst einen Wert von 16,10%.²⁹ Der Wert von 16,20% wurde in vergangenen Verfahren³⁰ herangezogen und ist nach Ansicht der Gutachter auch heute nicht unplausibel.

6.3 Kapitalkostenzinssatz (WACC)

Der Kalkulationszinssatz dient der Ermittlung der kalkulatorischen Verzinsung des eingesetzten Kapitals. Der gewichtete durchschnittliche Kapitalkostenzinssatz (Weighted Average Cost of Capital, WACC) einer Unternehmung ist eine wichtige Kennzahl sowohl für die Bewertung der Aktien durch die Anleger als auch für das Management des Unternehmens für die Kapitalbedarfsrechnung und für Investitionsentscheidungen.

Die Kapitalkosten stellen in der Kostenrechnung von Telekommunikationsnetzen einen bedeutenden Kostenfaktor dar. Die Amtssachverständigen haben für den, derzeit für A1TA geltenden, WACC folgenden Ergebnisbereich ermittelt:

Tabelle 10: Berechnung des WACC und Parameter

Parameter	Formel	Untergrenze	Obergrenze
Risk Free Rate	R_f	1,61%	1,61%
Relevered Beta	$\beta_l = \beta_u \left(1 + (1 - s_k) \frac{D}{E} \right)$	0,98	0,98
Marktrisikoprämie	R_m	5,50%	8,75%
Eigenkapitalrendite	$R_e = R_f + \beta_l (R_m - R_f)$	7,02%	10,22%
Kreditrisikoprämie	P_D	0,93%	0,93%
Fremdkapitalrendite	$R_d = R_f + P_D$	2,53%	2,53%
Anteil Eigenkapital	E	60%	60%
Anteil Fremdkapital	D	40%	40%
Steuersatz	s_k	25%	25%
WACC nach Steuern	$WACC_{nach\ Steuern} = R_e \left(\frac{E}{GK} \right) + R_d (1 - s_k) \left(\frac{D}{GK} \right)$	4,97%	6,89%
WACC vor Steuern	$WACC_{vor\ Steuern} = WACC_{nach\ Steuern} / (1 - s_k)$	6,63%	9,19%

²⁹ Ernst & Young (1999), S. 56

³⁰ Vgl z.B.. Hartl/Kopp/Lukanowicz/Pahs (2005), S. 55

Für die Ermittlung des WACC ist die Bestimmung der zugrundeliegenden Parameter notwendig. Dabei erfolgt in einem ersten Schritt die Bestimmung des risikolosen Zinssatzes (Risk Free Rate) für Eigen- und Fremdkapitalkosten. In weiteren Schritten werden die übrigen Parameter zur Ermittlung der Eigen- und Fremdkapitalkosten festgelegt. Diese werden schließlich entsprechend der Kapitalstruktur gewichtet um die Gesamtkapitalkosten zu errechnen.³¹

Die geforderte Rendite der Fremdkapitalgeber stellt die Entlohnung für die Bereitstellung des Fremdkapitals dar (Bankkredite, Anleihen etc.). Zur Ermittlung derselben gibt es zwei Ansätze für die Ermittlung des FK-Risikoaufschlages: Entweder pagatorisch über die in der Vergangenheit tatsächlich geleisteten Zinszahlungen oder zukunftsorientiert, mit einer Schätzung der Fremdkapitalkosten, die jene Verzinsung wiedergeben, die von der Unternehmung für neu aufzunehmendes Fremdkapital anzubieten wäre. Dieser Aufschlag wird zum risikolosen Zinssatz addiert, um die geforderte Rendite des Fremdkapitals zu erhalten.

Die Ermittlung der geforderten Rendite der Eigenkapitalgeber erweist sich als komplexer. Sie kann mit Hilfe des Capital Asset Pricing Models (CAPM) ermittelt werden. Die Rendite ergibt sich aus dem risikolosen Zinssatz, vermehrt um eine Prämie für nichtdiversifizierbares Risiko. Diese Risikoprämie ist gleich dem Beta (β) der Investition, multipliziert mit der Risikoprämie des Marktes.

Das CAPM Modell teilt das Gesamtrisiko, das ein Investor trägt, in zwei Komponenten. Die erste Komponente ist ein systematischer (nichtdiversifizierbarer), die zweite Komponente ein unsystematischer (diversifizierbarer) Teil. Das CAPM impliziert, dass ein funktionierender Kapitalmarkt erwartete Renditen produzieren wird, die die Investoren ausschließlich für das nichtdiversifizierbare Risiko entschädigen. Das unsystematische Risiko kann in einem effizienten Portefeuille wegdiversifiziert werden und ist deshalb den Investoren auch nicht extra abzugelten. Das Maß für nichtdiversifizierbares Risiko ist das Beta (β) eines Investitionsprojektes. Während der Wert von β im Falle einer risikolosen Kapitalanlage bei Null liegt, besitzt das Marktportefeuille ein β von Eins. Ein Projekt mit einem β von über Eins weist daher mehr nichtdiversifizierbares Risiko auf als der Marktdurchschnitt. In der Praxis werden die Betas mittels linearer Regressionsanalyse ermittelt. Hierbei werden historische Renditen einer Aktie auf die Marktrenditen regressiert. Im Zuge der Ermittlung des Betas im Zusammenhang mit Regulierungsaufgaben werden zur Bestimmung der Betas Benchmark-Ansätze (ein Vergleich mit börsennotierten Unternehmen im gleichen Geschäftsfeld, d.h. auch mit gleichem Risiko) herangezogen. Um bei einem solchen Vergleich unterschiedliche Kapitalstrukturen außer Acht zu lassen, werden die Betas der einzelnen Vergleichsunternehmen mit der jeweiligen Kapitalstruktur „de-levered“, das Benchmark-Beta wird anschließend mit der zu verwendenden Kapitalstruktur „re-levered“.

Nach der Ermittlung der Fremd- und Eigenkapitalkosten werden diese (unter Berücksichtigung von Steuern bei den Fremdkapitalkosten) nach dem jeweiligen Anteil für Fremd-

³¹ Vgl. IRG (2007)

und Eigenkapital gewichtet. Dazu werden in vielen Fällen die Marktwerte des Fremd- und Eigenkapitals herangezogen, jedoch ist auch die Verwendung einer Zielkapitalstruktur weit verbreitet.

In der Folge werden die Parameter des WACC im konkreten Verfahren dargestellt. Dabei werden die von A1TA vorgelegten Werte den tatsächlich im vorliegenden Gutachten zur Anwendung gebrachten Werten gegenübergestellt.

Risikoloser Zinssatz:

A1TA zieht für ihre Berechnung den langjährigen (1999-2015) Durchschnitt der zehnjährigen Euro-Swap Rate heran. Die Amtssachverständigen haben diesen Betrachtungszeitraum, wie schon in den vorangegangenen Marktanalyseverfahren auf drei Jahre verkürzt, da dieser Zeitraum in etwa einer Regulierungsperiode entspricht. Statt eines anzuwendenden risikolosen Zinssatzes von 3,75% ergibt sich daher ein Wert von 1,61%. Die Verwendung der Euro-Swap Rate wird vom Gutachterteam als geeignet erachtet, da Österreich nicht als unabhängiger Finanzplatz gesehen wird und Unternehmen ihre Finanzierung zumindest auf europäischer Ebene aufstellen. Da es keine „europäischen Staatsanleihen“ als Referenzwert gibt, scheint die Euro-Zins-Swap-Rate am geeignetsten und wurde auch schon in den vergangenen Marktanalysen für die Ermittlung des WACC herangezogen. Ein permanenter Wechsel zwischen Zinssätzen von Verfahren zu Verfahren wäre inkonsistent und würde keinerlei Rechtssicherheit bieten.

A1TA regt hier eine Verlängerung des Betrachtungszeitraumes auf zumindest 6 Jahre an, da §36 (6) TKG 2003 die Möglichkeit vorsieht, den Marktanalysezeitraum auf 6 Jahre auszudehnen. Da derzeit eine Verlängerung des Betrachtungszeitraumes nicht wahrscheinlich scheint, belassen die Amtssachverständigen den Zeitraum für die Durchschnittsbetrachtung bei den bisher üblichen drei Jahren.

Beta:

Das Beta wird wie in vorangegangenen Verfahren als adjusted Beta berechnet. Das bedeutet, dass einerseits ein theoretisches langfristiges Beta von 1 für den Beta-Wert berücksichtigt wird. Andererseits wird das Beta einer Peer-Group, welche auf dem Morgan Stanley Capital International Pan-Euro Index basiert, herangezogen. Die Zusammensetzung der Peer-Group³² hat sich im Vergleich zum letzten Marktanalyseverfahren leicht verändert, die Peer Group scheint dem Gutachterteam geeignet, das Beta für A1TA zu ermitteln. Die Änderungen in der Peer Group wurden von A1TA ausführlich begründet und sind nach Ansicht der Amtssachverständigen gerechtfertigt.

³² Unternehmen der Peer-Group sind: Koninklijke KPN NV, Hellenic Telecommunication Organisation, TeliaSonera AB, TDC A/S, Deutsche Telekom AG, France Telecom SA, Belgacom, Telefonica SA

Marktrisikoprämie

Unter Marktrisikoprämie wird die Differenz zwischen der tatsächlichen Rendite des Aktienmarktes über einen längeren Zeitraum und dem risikolosen Zinssatz bezeichnet. A1TA gibt in ihrer Berechnung dafür einen Wert von 15,75% an.

Vor der Finanzkrise wurde im Allgemeinen eine Marktrisikoprämie zwischen 5% und 6% angenommen.³³ Seit Beginn der Krise ist die Prämie zweifelsohne etwas höher, der von A1TA angesetzte Wert ist jedoch aus Sicht der Amtssachverständigen überhöht. In der von A1TA übermittelten Darstellung der Marktrisikoprämie von Bloomberg ist dies der Spitzenwert des Jahres 2015 vom 31.3. Seit dem 31.3.2015 zeigt auch die von A1TA übermittelte Grafik ein stetiges Sinken der Marktrisikoprämie bis zu einem Wert von 12,9% am 27.5.2015.

Die Amtssachverständigen sind der Ansicht, dass auch bei der Ermittlung der Marktrisikoprämie nicht nur der Wert zum Zeitpunkt der Gutachtenserstellung relevant ist, sondern, dass auch bei diesem Parameter eine längerfristige Betrachtung notwendig ist. Darüber hinaus führt z.B. das Wirtschafts- und Beratungsunternehmen KPMG in einer Kapitalkostenstudie für 2014 für Österreich eine Marktrisikoprämie von 6% an³⁴, einem Expertenzirkel für Unternehmensbewertung folgend, schwankte die Marktrisikoprämie für Österreich von Jänner 2014 bis Juni 2015 zwischen 7% und 9%³⁵. Auch andere – schon im letzten Marktanalyseverfahren zitierte Quellen³⁶ – gehen davon aus, dass Marktrisikoprämien sich nach kurzfristigen Schocks durch Krisen wieder auf das langjährige Niveau einpendeln.

In den letzten Marktanalyseverfahren verwendete das Gutachterteam für die Ermittlung des WACC einen Spielraum für die Marktrisikoprämie zwischen 5,5% und 12% (im Mittel 8,75%), um die wirtschaftlich schwierige Situation ausreichend zu berücksichtigen. Schon im Rahmen der Marktanalyse 2009 wurde die Frage in den Raum gestellt, über welchen Zeitraum eine solche erhöhte Marktrisikoprämie zu rechtfertigen wäre. Im Rahmen der Marktanalyse 2012 wurde wiederum eine erhöhte Marktrisikoprämie berücksichtigt, da dies auch zum damaligen Zeitpunkt noch gerechtfertigt schien. Marktrisikoprämien werden unter Berücksichtigung eines sehr langen (bis zu 100 Jahre) Beobachtungszeitraumes ermittelt, in dem auch schwächere wirtschaftliche Phasen und Krisen ihre Berücksichtigung finden. Krisen können zwar zu kurzfristig erhöhten Marktrisikoprämien führen, mittel- bis langfristig sind diese aber in der Marktrisikoprämie schon mit „eingepreist“. Daher sehen die Amtssachverständigen eine neuerliche Marktrisikoprämie von bis zu 12% als nicht gerechtfertigt an. Um eine allmähliche Rückkehr zur langfristigen Marktrisikoprämie zwischen 5% und 6% abzubilden, wird von den Amtssachverständigen die Obergrenze für die Marktrisikoprämie im vorliegenden Verfahren aus dem Mittelwert der Marktrisikoprämien aus

³³ Vgl. *Kammer der Wirtschaftstreuhänder* (2014)

³⁴ Vgl. *KPMG* (2014)

³⁵ Vgl. www.marktrisikoprämie.de/at.html

³⁶ Vgl. *Bertl* (2010), S.104 und *Schneller et al* (2010), sowie *Schneller/Schwendener* (2010)

dem letzten Marktanalyseverfahren (iHv 8,75%) ermittelt. Damit ist gewährleistet, dass sich die Marktrisikoprämie wieder dem langfristigen Durchschnittswert nähert.

Einen höheren Wert als in der Vergangenheit anzusetzen, wie von A1TA eingebracht, scheint dem Gutachterteam hingegen keineswegs gerechtfertigt, auch nicht auf Grundlage der von A1TA vorgelegten Zeitreihe. Diese beinhaltet zwar einige Werte über 12%, diese jedoch nur punktuell und unterbrochen von Phasen, in denen die Marktrisikoprämie um 12% zu liegen kam. Darüber hinaus weisen andere Quellen (vgl. Fußnoten 34 und 35) auch für die jüngere Vergangenheit für Österreich Marktrisikoprämien von maximal 9% aus.

Aus Sicht des Gutachterteams lässt sich kein eindeutiger Wert für die Marktrisikoprämie festlegen, der in Betracht kommende Spielraum liegt zwischen 5,5% und 8,75%

Kreditrisikoprämie

Die Kreditrisikoprämie wurde von A1TA anhand ihrer gehandelten Anleihen errechnet. Der Kreditrisikoaufschlag für 10 Jahre wurde in Höhe von 0,925% ermittelt, was dem Gutachterteam aufgrund der Entwicklung der A1TA Anleihen plausibel scheint. Dieser Wert wurde unverändert in die Kalkulation des Gutachterteams übernommen.

Kapitalstruktur

In bisherigen Verfahren kam eine Zielkapitalstruktur von 60 % Eigenkapital und 40 % Fremdkapital zur Anwendung. A1TA geht davon aus, dass für die Ermittlung des WACC Marktwerte heranzuziehen sind und hat – basierend auf der derzeitigen Verschuldungsquote und unter Berücksichtigung des gesunkenen Aktienkurses – dementsprechend Eigen- bzw. Fremdkapitalquoten von jeweils 50 % angesetzt.

Aus Gründen der Kontinuität und Rechtssicherheit halten die Amtssachverständigen an der Verwendung der Zielkapitalstruktur von 60% Eigenkapital und 40% Fremdkapital statt einer jeweils auf Marktwerten basierenden Kapitalstruktur für die Ermittlung des WACC fest.

Steuersatz

A1TA verwendet die nominelle Steuerquote von 25%. Da diese vom Gutachterteam schon in der Vergangenheit bei der Berechnung des Kapitalkostensatzes zur Anwendung gelangte, bestand kein Änderungsbedarf bei diesem Parameter.

Da sich nach Ansicht der Amtssachverständigen kein eindeutiger Wert für die Marktrisikoprämie ableiten lässt, wurden für den WACC eine Unter- und eine Obergrenze ermittelt, der konkrete WACC ergibt sich aus der Bildung des arithmetischen Mittels dieser beiden Grenzen. Die Mittelwertbildung stellt hierfür aus statistischer Sicht die sauberste Methode dar. Dabei ist es aus rechnerischer Sicht egal, ob die Mittelwertbildung in den Eingangsparametern oder im Ergebnis erfolgt (eine grundsätzliche Eigenschaft der Mittelwertbildung). Das Gutachterteam wählte die Ermittlung eines Spielraums für den WACC und bildete aus den beiden Grenzen den Mittelwert.

Somit liegt der vom Gutachterteam berechnete WACC zwischen 6,63% und 9,91%; im arithmetischen Mittel ergeben sich Kapitalkosten in der Höhe von 7,91% vor Steuern.

7 Ergebnisse

Aus der statistischen Hochrechnung (vgl. Abschnitt 5) ergeben sich die durchschnittlichen Investitionen je Teilnehmeranschlussleistung (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Investitionskosten pro TASL

<i>Investwerte</i>	aktuelle Nachfrage A1TA	2005
Datensatz A	1.736,88 €	1.656,83 €
Datensatz B	1.287,60 €	1.230,36 €

Aus diesen Investitionen je Teilnehmeranschlussleistung werden, wie im vorgehenden Abschnitt 6 beschrieben, monatliche Kosten ermittelt (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12: monatliche Kosten einer TASL

<i>mtl. Kosten dynam.</i>	aktuelle Nachfrage A1TA	2005
Datensatz A	16,28 €	15,55 €
Datensatz B	12,18 €	11,66 €

Unter Zugrundelegung der aktuellen Nachfrage der A1TA kommen die monatlichen Kosten je nach Ansatz zwischen € 12,18 und € 16,28 zu liegen.³⁷

Die Obergrenze für einen Margin-Squeeze-freien Preis für die physische Entbündelung liegt hingegen bei € 9,14³⁸ und somit durchgängig unter den in Tabelle 12 dargestellten Werten. Um zu überprüfen, ob es aus Sicht von A1TA bei einem solchen Margin-Squeeze-freien Preis zu einer Kostenunterdeckung kommt, wurde zusätzlich untersucht, wie hoch die durchschnittlichen Kosten für eine entbündelte Teilnehmeranschlussleitung in jenen Anschlussbereichen anfallen, in denen tatsächlich Leitungen von A1TA durch alternative Betreiber entbündelt werden.

Tabelle 13: Investitionskosten pro TASL in entbündelten Gebieten

<i>Investwerte</i>	aktuelle Nachfrage A1TA	2005
Datensatz A	976,77 €	927,77 €
Datensatz B	774,85 €	734,09 €

³⁷ Für die Teilentbündelung der TASL kämen wie in der Vergangenheit für Abschnitt B2 100% und für Abschnitt C1 77,3% der monatlichen Mietkosten der vollentbündelten TASL zur Anwendung (vgl. *Hartl/Kopp/Lukanowicz/Pahs* 2005, S. 60).

³⁸ Vgl. Abschnitt 4.1.5.2.3 des Marktanalysegutachtens

Tabelle 14: monatliche Kosten einer TASL in entbündelten Gebieten

<i>mtl. Kosten dynam.</i>	aktuelle Nachfrage A1TA	2005
Datensatz A	9,35 €	8,90 €
Datensatz B	7,51 €	7,14 €

Die Ergebnisse in Tabelle 14 kommen bei der aktuellen Nachfrage von A1TA im Mittel (€ 8,43) unter € 9,14 zu liegen. Bei Einhaltung dieser Obergrenze von € 9,14 für einen Margin Squeeze-freien Preis ist für A1TA eine Kostenunterdeckung somit nicht gegeben.

Weiters zeigt sich, dass die durchschnittlichen Kosten in den entbündelten Gebieten geringer ausfallen, als über ganz Österreich. Dies liegt in dem Umstand begründet, dass Entbündelung überwiegend in dichter besiedelten Gebieten stattfindet. Dort sind auf Grund der Dichtevorteile auch die durchschnittlichen Investitionskosten niedriger als in anderen Gebieten, weil in dichter besiedelten Gebieten üblicherweise die Grabungslängen kürzer sind und die Grabungskosten von mehreren Leitungen gemeinsam getragen werden.

Bei den von A1TA an ihre Endkunden verrechneten Preisen wird in der Regel nicht nach der Geographie unterschieden, sondern es gelangen im Allgemeinen³⁹ österreichweit einheitliche Preise zur Anwendung. Nach Ansicht der Gutachter sollten die Preise auf der Vorleistungsebene daher ebenfalls österreichweit einheitlich gestaltet sein.⁴⁰ Die in Tabelle 14 dargestellten monatlichen Kosten beziehen sich jedoch nur auf die aktuell entbündelten Gebiete. Da die physisch entbündelten Anschlussbereiche in den letzten Jahren im Wesentlichen gleich geblieben sind und ein Wachstum in der Fläche den Gutachtern unwahrscheinlich erscheint, würde A1TA auch bei einer eventuellen österreichweiten Anordnung einer Preisobergrenze iHv € 8,43 faktisch keine Kostenunterdeckung erleiden.

8 Gutachterliches Fazit

Die monatlichen Kosten für eine physisch entbündelte Teilnehmeranschlussleitung kommen über der Obergrenze für einen Margin Squeeze-freien Preis zu liegen. Ein Preis in der Höhe der ermittelten monatlichen durchschnittlichen Kosten über ganz Österreich würde zu einem Margin Squeeze führen und eignet sich daher nach Ansicht der Gutachter nicht für eine regulatorische Anordnung.

³⁹ Im Rahmen des Universaldienstes ist es A1TA nicht erlaubt, ihre Entgelte für Sprachtelefoniezugänge geographisch zu differenzieren. Bei den Preise für Breitbandzugängen wird in der Regel dementsprechend gefolgt.

⁴⁰ Vgl. *Hart/Kopp/Lukanowicz/Pahs* (2005), S. 15f sowie *Groebel/Schnepfleitner* (2000)

9 Schlussbemerkung

Wir versichern, das Gutachten nach bestem Wissen und Gewissen und aufgrund sorgfältiger Untersuchungen erstellt zu haben:

Dr. Bernd Hartl

Dr. Martin Lukanowicz

Wien, im Jänner 2016

10 Anhang A: Verzeichnisse

10.1 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
(www.rtr.at/web.nsf/deutsch/Telekommunikation~Netzzugang~Zusammenschaltung~ZusammenschaltungEinleitung~Kostenrechnungsmodelle)
- Bertl, Romuald. (2010): Unternehmenswerte im Jahresabschluss, in: Bertl, Romuald/Eberhartinger, Eva/Egger, Anton/Kalss, Susanne/Lang, Michael/Nowotny, Christian/Riegler, Christian/Schuch, Josef/Staringer, Claus, (Hrsg) (2010): Bewertung in volatilen Zeiten - Wiener Bilanzrechtstage 2010, Wien, S 85-106
- Ernst & Young (1999): Gutachten über die Bestimmung des Mietpreises für eine Teilnehmeranschlussleitung im Ortsnetzbereich; (Auftraggeber: VAT), Jänner 1999
- 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
(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
(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 (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
(www.rtr.at/de/tk/tasl_modell/RTR_ACCNET_Download_Manual_Reference_V1_3.pdf)
- FH Kärnten (2015b): Benutzerhandbuch RTR_ACCNET, Installation und Betrieb, Version 1.2 vom 7.5.2015, Spital/Drau

www.rtr.at/de/tk/tasl_modell/RTR_ACCNET_Download_Benutzerhandbuch_V1_2.pdf)

Frontier Economics (2011): Access network costing; a report prepared for Vodafone Group, Juni 2011

www.vodafone.com/content/dam/vodafone/about/public_policy/policy_papers/nga_costing_proposals.pdf)

Groebele A./Schnepfleitner R (2000): Geographically averaged rates in the context of Local Loop Unbundling, - The Austrian and German Central European regulatory rationale – Prepared for the 11th European regional Conference on September 09-11, 2000 in Lausanne, Switzerland, Version 2.1 – August 2000,

https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiLvqC2vbvKAhXKGCwKHZOyCrMQFgghMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ibrarian.net%2Fnavon%2Fpaper%2FGeographically_averaged_rates_in_the_context_of_L.pdf%3Fpaperid%3D923127&usq=AFQjCNG4c9Z_75ALXx8xTlbQQFAVJmrUGA&sig2=X05ZhGnY-6EsfX5lyUUvmw)

Hartl, B./Kopp, M./Lukanowicz M./Pahs M. (2005): Wirtschaftliches Gutachten für die Telekom-Control-Kommission in dem Verfahren Z 7/04

IRG (2007): Principles of Implementation and Best Practice for WACC calculation, February 2007

www.accc.gov.au/system/files/11%20IRG%282000%29,%20Principles%20of%20Implementation%20and%20best-practice%20regarding%20FL-LRIC%20cost%20modelling.pdf)

Kammer der Wirtschaftstreuhänder (2014): KFS/BW 1 - Fachgutachten des Fachsenats für Betriebswirtschaft und Organisation der Kammer der Wirtschaftstreuhänder zur Unternehmensbewertung, 26.03.2014

www.kwt.or.at/de/PortalData/2/Resources/downloads/downloadcenter/KFSBW1_15052014_RF.pdf)

KPMG (2014): Kapitalkostenstudie 2014 - Risikoberücksichtigung, Risikoäquivalenz, Risikoteilung (www.kpmg.com/DE/de/Documents/kapitalkostenstudie2014-de.pdf)

RTR (2015): Referenzdokument zum NGA-Modell 2015 Bottom-Up-Kostenrechnungsmodell für den auf der Vorleistungsebene an festen Standorten lokal bereitgestellten Zugang, 29. Mai 2015, Wien

www.rtr.at/de/tk/tasl_modell/Referenzdokument_zum_NGA-Modell_2015.pdf)

Schneller, Thomas/Schwendener, Patrick (2010): Fundamentale Gesetze der Kapitalmarkttheorie wanken, in: Finanz und Wirtschaft, 28.4.2010, Zürich

www.pwc.ch/user_content/editor/files/articles10/pwc_20100428_fuw_diverse.pdf)

Schneller, Thomas/Schwendener, Patrick/Elsaesser, Philipp (2010): Risiken von Aktienanlagen – Bestimmung der Marktrisikoprämie, in: Der Schweizer Treuhänder, 7.10.2010, Zürich

www.pwc.ch/user_content/editor/files/articles10/pwc_20101011_sth_diverse.pdf)

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Elemente des NGA-Modells 2015	13
Abbildung 2:	XY-Plot: Berechnete Investitionskosten versus prognostizierte	21
Abbildung 3:	XY-Plot: Residuen.....	22
Abbildung 4:	Durchschnittswerte , Minimum, Maximum und 25% bzw. 75% Quantile je Geotyp	23
Abbildung 5:	XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus ln(KreisU/KreisF)	23
Abbildung 6:	XY-Plot Ln(Investment TASL) versus ln(Fläche Dauersiedlungsraum [km ²])	24
Abbildung 7:	XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus ln(Siedlungspunkte 2003)	24
Abbildung 8:	XY-Plot Ln(Investment je HVt) versus ln(Anzahl Wohngebäude 2014).....	25
Abbildung 9:	XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus ln(Anschlüsse pro km ²)	26
Abbildung 10:	XY-Plot Ln(Investment je TASL) versus ln(Wohnungen je Wohngebäude) ..	26
Abbildung 11:	XY-Plot Ln(Investment je HVt) versus Personen mit HWS 2014 je Wohngebäude.....	27
Abbildung 12:	XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus Personen mit NWS 2014 je Wohngebäude.....	27
Abbildung 13:	XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus Straße % Land.....	28
Abbildung 14:	XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus ln(Bebautes Gebiet [km ²]).....	28
Abbildung 15:	XY-Plot Ln(Investment je HVt bzw. TASL) versus Anteil % bebautes Gebiet	29
Abbildung 16:	XY-Plot Vergleich der Modellansätze kumulierten Investitionskosten aller HVt.....	31
Abbildung 17:	XY-Plot Vergleich der Modellansätze Gesamtkosten versus Durchschnittskosten.....	32

10.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Faktoren für die Anpassungen für den Datensatz B.....	16
Tabelle 2:	Ausdünnungsfaktoren für die Anschlussbereiche in der Stichprobe.....	17
Tabelle 3:	Berechnete Szenarien	17
Tabelle 4:	Schätzergebnisse der Varianten	31
Tabelle 5:	Parameter der Prognosemodelle für Datensatz A.....	33
Tabelle 6:	Parameter der Prognosemodelle für Datensatz B.....	35
Tabelle 7:	Parameter der Prognosemodelle für Datensatz A 2005	36
Tabelle 8:	Parameter der Prognosemodelle für Datensatz B 2005	37
Tabelle 9:	Berechnung des WACC und Parameter.....	40
Tabelle 10:	Investitionskosten pro TASL	45
Tabelle 11:	monatliche Kosten einer	45
Tabelle 12:	Investitionskosten pro TASL in entbündelten Gebieten.....	45
Tabelle 13:	monatliche Kosten einer TASL in entbündelten Gebieten	46
Tabelle 14:	Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Urban (C1).....	53
Tabelle 15:	Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Suburban (C2).....	53
Tabelle 16:	Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Kleinstädtisch (C3).....	53
Tabelle 17:	Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Touristisch Verdichtet (C4)	54
Tabelle 18:	Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Streusiedlung (C5).....	54
Tabelle 19:	Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Streusiedlung mit Zentrum (C6)..	55
Tabelle 20:	Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Anger-Straßenort (C7).....	55
Tabelle 21:	Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Haufen-Reihenort (C8).....	56
Tabelle 22:	Anschlussbereiche der Stichprobe vom Typ Polyzentrisch (C9)	56
Tabelle 23:	Datensatz A für das System RTR_ACCNET.....	57
Tabelle 24:	Datensatz B für das System RTR_ACCNET.....	61

10.4 Formeln

Formel 1:	Schwarz Bayesian Information Criterion (SBC oder BIC).....	19
Formel 2:	Prognosemodelle.....	19
Formel 3:	Berechnung der jährlichen Mietkosten in einem dynamischen Ansatz	38
Formel 4:	Berechnung des Annuitätenfaktors	38

10.5 Abkürzungsverzeichnis

A1TA	A1 Telekom Austria AG
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
VAT	Verband alternativer Telekom-Netzbetreiber
WACC	Weighted Average Cost of Capital (Kapitalkostenzinssatz)

11 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 15: 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 16: 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 17: 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 18: 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 19: 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	Neustadt an der Donau, NÖ
9	774302	Maria Schmoln, OÖ

Tabelle 20: 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 21: 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 22: 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	Kemetten, 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 23: 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

12 Anhang C: Inputparameter

Tabelle 24: Datensatz A für das System RTR_ACCNET

FH-Datensatz Cu-Generator

HV-Kosten

Fixkosten:	25.000,00
Variable Kosten pro potentielle Einheit:	15,00

Preprocessing

Modell	Parameter	Wert
CuGeneratorTools.ModifyPE	ReductionFactorPE	100/97
	ReductionPEStrategy	KillOuterDist
CuGeneratorTools.MergeConnObj	GraphDist	false
	MaxDist	500
	MaxDemand	1000
CuGeneratorTools.ProjectConnObj	ProjectTo	Strassenanlage
CuGeneratorTools.ModifyPE	ReductionFactorPE	lt. Tab
	ReductionPEStrategy	Equalized

Clustermodell

Definition - Distanz:	kürzester Weg im Netzwerkgraphen:	nein
	Euklidische Punkt-zu-Punkt-Distanz:	ja

Clustering-Parameter:

[1] maximale Distanz in Meter zwischen Versorgungszentrum und Anschlussobjekt in einem Sub-Netz der Netzebene

[2] maximale Summe der potentiellen Einheiten in einem Sub-Netz der Netzebene

Netzebene	[1]	[2]
HVKreis	500,00	-
End-Verteilkabelnetz	1.500,00	1.000
Zwischen-Verteilkabelnetz	4.000,00	5.000

Versorgungslängenoptimierung = ja

Routingmodell

Allgemeine Modellparameter:	Nullkosten räumliche Überdeckung:	ja
	Steiner-Solver:	SteinerMST
	Wegerrecht-Faktor:	0,50

Landnutzungen:

Landnutzungs-kategorie	urban	suburban	kleinstädt	rural
Waldweide	58,00	58,00	58,00	58,00
Keller_unter_fremden_Grund	500,00	500,00	500,00	500,00
Dauerkulturanlagen_oder_Erwerbsgaerte	94,00	94,00	94,00	94,00
Gebaeude	500,00	500,00	500,00	500,00
Parkplaetze	167,00	167,00	167,00	167,00
Streuwiese	58,00	58,00	58,00	58,00
Brachland	58,00	58,00	58,00	58,00
Bergmahd	94,00	94,00	94,00	94,00

Weide	58,00	58,00	58,00	58,00
Aecker_Wiesen_oder>Weiden	58,00	58,00	58,00	58,00
Acker	58,00	58,00	58,00	58,00
Wiese	58,00	58,00	58,00	58,00
Hutweide	58,00	58,00	58,00	58,00
Gaerten	94,00	94,00	94,00	94,00
Weingarten	94,00	94,00	94,00	94,00
Alpen	94,00	94,00	94,00	94,00
Krummholzflaechen	58,00	58,00	58,00	58,00
Waelder	58,00	58,00	58,00	58,00
Verbuschte_Flaechen	58,00	58,00	58,00	58,00
Forststrassen	94,00	94,00	94,00	94,00
Fliessende_Gewaesser	500,00	500,00	500,00	500,00
Stehende_Gewaesser	500,00	500,00	500,00	500,00
Feuchtgebiete	500,00	500,00	500,00	500,00
Vegetationsarme_Flaechen	58,00	58,00	58,00	58,00
Betriebsflaechen	94,00	94,00	94,00	94,00
Gewaesserrandflaechen	500,00	500,00	500,00	500,00
Verkehrsrndflaechen	167,00	167,00	167,00	167,00
Tempel_Synagoge	500,00	500,00	500,00	500,00
Friedhoefe	500,00	500,00	500,00	500,00
Rechtlich_nicht_Wald	58,00	58,00	58,00	58,00
Rechtlich_Wald	58,00	58,00	58,00	58,00
Rechtlich>Weingarten	94,00	94,00	94,00	94,00
Rechtlich_kein>Weingarten	94,00	94,00	94,00	94,00
Gebaeudeebenflaechen	500,00	500,00	500,00	500,00
Abbauflaechen_Halden_und_Deponien	94,00	94,00	94,00	94,00
Deponie	94,00	94,00	94,00	94,00
Sonstige	500,00	500,00	500,00	500,00
Fels_und_Geroellflaechen	58,00	58,00	58,00	58,00
Gletscher	500,00	500,00	500,00	500,00
Streuobstwiese	94,00	94,00	94,00	94,00
Flugverkehrsanlage	500,00	500,00	500,00	500,00
Hafenanlage	94,00	94,00	94,00	94,00
Schienenverkehrsanlagen	500,00	500,00	500,00	500,00
Techn_Ver_und_Entsorgungsanlage	94,00	94,00	94,00	94,00
Strassenanlage	167,00	167,00	167,00	167,00
Freizeitflaechen	94,00	94,00	94,00	94,00
Lagerplatz	94,00	94,00	94,00	94,00
Werksgelaende	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Waldweide	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Keller_unter_fremden_Grund	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Dauerkulturanlagen_oder_Erwe	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Gebaeude	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Parkplaetze	167,00	167,00	167,00	167,00
Querung_Streuwiese	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Brachland	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Bergmahd	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung>Weide	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Aecker_Wiesen_oder>Weiden	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Acker	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Wiese	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Hutweide	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Gaerten	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung>Weingarten	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Alpen	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Krummholzflaechen	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Waelder	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Verbuschte_Flaechen	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Forststrassen	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Fliessende_Gewaesser	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Stehende_Gewaesser	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Feuchtgebiete	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Vegetationsarme_Flaechen	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Betriebsflaechen	94,00	94,00	94,00	94,00

Querung_Gewaesserrandflaechen	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Verkehrsrundflaechen	167,00	167,00	167,00	167,00
Querung_Tempel_Synagoge	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Friedhoefe	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Rechtlich_nicht_Wald	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Rechtlich_Wald	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Rechtlich_Weingarten	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Rechtlich_kein_Weingarten	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Gebaeudeebenflaechen	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Abbauflaechen_Halden_und_De	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Deponie	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Sonstige	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Fels_und_Geroellflaechen	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Gletscher	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Streuobstwiese	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Flugverkehrsanlage	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Hafenanlage	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Schienenverkehrsanlagen	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Techn_Ver_und_Entsorgungsanla	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Strassenanlage	167,00	167,00	167,00	167,00
Querung_Freizeitflaechen	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Lagerplatz	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Werksgelaende	94,00	94,00	94,00	94,00
Landwirtschaftlich_genutzte_Grundflaechen	94,00	94,00	94,00	94,00
Sumpf	500,00	500,00	500,00	500,00
Bauflaechen_begrueent	58,00	58,00	58,00	58,00
Wald	58,00	58,00	58,00	58,00
Unbekannt	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Landwirtschaftlich_genutzte_Gru	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Sumpf	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Bauflaechen_begrueent	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Wald	58,00	58,00	58,00	58,00
Querung_Unbekannt	500,00	500,00	500,00	500,00
Erholungsflaechen	94,00	94,00	94,00	94,00
Bauflaechen_befestigt	167,00	167,00	167,00	167,00
Projektion	500,00	500,00	500,00	500,00
Gewaesser_Ge_fliessend	500,00	500,00	500,00	500,00
Gewaesser_Ge_stehend	500,00	500,00	500,00	500,00
Weingaerten_Wgt	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Erholungsflaechen	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Bauflaechen_befestigt	167,00	167,00	167,00	167,00
Querung_Projektion	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Gewaesser_Ge_fliessend	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung_Gewaesser_Ge_stehend	500,00	500,00	500,00	500,00
Querung>Weingaerten_Wgt	94,00	94,00	94,00	94,00
Gaerten_Gt	94,00	94,00	94,00	94,00
Querung_Gaerten_Gt	94,00	94,00	94,00	94,00

Hardwaremodell

Allgemeine Modellparameter:

Standard-Künettenbreite in Meter:

0,40

Maximale Künettenbreite in Meter:

2,00

Penalty für Überschreitung der Standard-Künettenbreite in EUR pro Meter:

53,00

Maximale Anzahl an Kabel, die zur Versorgung eines Knotens erlaubt sind:

15

Maximale Anzahl an Komponenten pro Knoten:

10

Cu-Kabel:

[1] Anzahl der Cu-Doppeladern [2] Cu-Querschnitt einer Ader in Millimeter
 [3] benötigte Künnettenbreite in Meter [4] maximale durchgängige Verlegelänge
 [5] Kosten in EUR pro Meter (Solver) [6] Kosten in EUR pro Meter

Id	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1	10,00	0,40	0,10	200,00	1,03	1,03
2	50,00	0,40	0,10	200,00	2,34	2,34
3	180,00	0,40	0,10	200,00	6,96	6,96
4	680,00	0,40	0,10	200,00	27,36	27,36
5	1.200,00	0,40	0,10	200,00	49,45	49,45
6	1.800,00	0,40	0,20	200,00	73,01	73,01

Cu-Komponenten:

[1] Anzahl Input-Ports [2] Anzahl Output-Ports
 [3] Typ der Komponente [4] maximale Anzahl pro Knoten
 [5] maximale Anzahl an Versorgungskabel [6] Kosten pro Stück (Solver)
 [7] Kosten pro Stück

Id	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
1	10	10	VM	5	1	582,00	582,00
2	50	50	VM	5	1	758,00	758,00
3	180	180	VM	5	1	963,00	963,00
4	680	680	VM	5	1	1.940,00	1.940,00
5	1.200	1.200	VM	5	1	3.180,00	3.180,00
6	1.800	1.800	VM	5	1	3.420,00	3.420,00
7	10	10	AM	5	5	670,00	670,00
8	50	50	AM	5	5	1.089,00	1.089,00
9	180	180	AM	5	5	1.513,00	1.513,00
10	680	680	AM	5	5	2.156,00	2.156,00
11	1.200	1.200	AM	5	5	3.120,00	3.120,00
12	1.800	1.800	AM	5	5	3.560,00	3.560,00
13	10	10	KA	5	1	630,00	630,00
14	50	50	KA	5	1	920,00	920,00
15	180	180	KA	5	1	1.590,00	1.590,00
16	680	680	KA	5	1	2.700,00	2.700,00
17	1.200	1.200	KA	5	1	5.565,00	5.565,00
18	1.800	1.800	KA	5	1	6.860,00	6.860,00
19	10	10	KV	5	5	1.424,00	1.424,00
20	50	50	KV	5	5	2.507,00	2.507,00
21	180	180	KV	5	5	3.270,00	3.270,00
22	680	680	KV	5	5	5.760,00	5.760,00
23	1.200	1.200	KV	5	5	10.000,00	10.000,00
24	1.800	1.800	KV	5	5	15.450,00	15.450,00

Tabelle 25: Datensatz B für das System RTR_ACCNET

RTR-Datensatz Cu-Generator				
HV-Kosten				
Fixkosten:	25.000,00			
Variable Kosten pro potentielle Einheit:	15,00			
Preprocessing				
Modell	Parameter	Wert		
CuGeneratorTools.ModifyPE	ReductionFactorPE	100/97		
	ReductionPEStrategy	KillOuterDist		
CuGeneratorTools.MergeConnObj	GraphDist	false		
	MaxDist	500		
	MaxDemand	1000		
CuGeneratorTools.ProjectConnObj	ProjectTo	Strassenanlage		
CuGeneratorTools.ModifyPE	ReductionFactorPE	lt. Tab		
	ReductionPEStrategy	Equalized		
Clustermodell				
Definition - Distanz:	kürzester Weg im Netzwerkgraphen:	nein		
	Euklidische Punkt-zu-Punkt-Distanz:	ja		
Clustering-Parameter:	<p>[1] maximale Distanz in Meter zwischen Versorgungszentrum und Anschlussobjekt in einem Sub-Netz der Netzebene</p> <p>[2] maximale Summe der potentiellen Einheiten in einem Sub-Netz der Netzebene</p>			
	Netzebene	[1]	[2]	
	HVKreis	500,00	-	
	End-Verteilkabelnetz	1.500,00	1.000	
	Zwischen-Verteilkabelnetz	4.000,00	5.000	
	Versorgungslängenoptimierung =	ja		
Routingmodell				
Allgemeine Modellparameter:	Nullkosten räumliche Überdeckung:	ja		
	Steiner-Solver:	SteinerMST		
	Wegerrecht-Faktor:	0,50		
Landnutzungen:				
Landnutzungsklasse	urban	suburban	kleinstädt	rural
Waldweide	44,00	43,00	44,00	38,00
Keller_unter_fremden_Grund	375,00	361,00	363,00	301,00
Dauerkulturanlagen_oder_Erwerbsgaerte	71,00	69,00	70,00	60,00
Gebaeude	375,00	361,00	363,00	301,00
Parkplaetze	125,00	121,00	123,00	103,00
Streuwiese	44,00	43,00	44,00	38,00
Brachland	44,00	43,00	44,00	38,00
Bergmahd	71,00	69,00	70,00	60,00

Weide	44,00	43,00	44,00	38,00
Aecker_Wiesen_oder>Weiden	44,00	43,00	44,00	38,00
Acker	44,00	43,00	44,00	38,00
Wiese	44,00	43,00	44,00	38,00
Hutweide	44,00	43,00	44,00	38,00
Gaerten	71,00	69,00	70,00	60,00
Weingarten	71,00	69,00	70,00	60,00
Alpen	71,00	69,00	70,00	60,00
Krummholzflaechen	44,00	43,00	44,00	38,00
Waelder	44,00	43,00	44,00	38,00
Verbuschte_Flaechen	44,00	43,00	44,00	38,00
Forststrassen	71,00	69,00	70,00	60,00
Fliessende_Gewaesser	375,00	361,00	363,00	301,00
Stehende_Gewaesser	375,00	361,00	363,00	301,00
Feuchtgebiete	375,00	361,00	363,00	301,00
Vegetationsarme_Flaechen	44,00	43,00	44,00	38,00
Betriebsflaechen	71,00	69,00	70,00	60,00
Gewaesserrandflaechen	375,00	361,00	363,00	301,00
Verkehrsrundflaechen	125,00	121,00	123,00	103,00
Tempel_Synagoge	375,00	361,00	363,00	301,00
Friedhoefe	375,00	361,00	363,00	301,00
Rechtlich_nicht_Wald	44,00	43,00	44,00	38,00
Rechtlich_Wald	44,00	43,00	44,00	38,00
Rechtlich>Weingarten	71,00	69,00	70,00	60,00
Rechtlich_kein>Weingarten	71,00	69,00	70,00	60,00
Gebaueudeebenflaechen	375,00	361,00	363,00	301,00
Abbauflaechen_Halden_und_Deponien	71,00	69,00	70,00	60,00
Deponie	71,00	69,00	70,00	60,00
Sonstige	375,00	361,00	363,00	301,00
Fels_und_Geroellflaechen	44,00	43,00	44,00	38,00
Gletscher	375,00	361,00	363,00	301,00
Streuobstwiese	71,00	69,00	70,00	60,00
Flugverkehrsanlage	375,00	361,00	363,00	301,00
Hafenanlage	71,00	69,00	70,00	60,00
Schiennenverkehrsanlagen	375,00	361,00	363,00	301,00
Techn_Ver_und_Entsorgungsanlage	71,00	69,00	70,00	60,00
Strassenanlage	125,00	121,00	123,00	103,00
Freizeitflaechen	71,00	69,00	70,00	60,00
Lagerplatz	71,00	69,00	70,00	60,00
Werksgelaende	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Waldweide	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Keller_unter_fremden_Grund	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Dauerkulturanlagen_oder_Erwe	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Gebaeude	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Parkplaetze	125,00	121,00	123,00	103,00
Querung_Streuwiese	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Brachland	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Bergmahd	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung>Weide	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Aecker_Wiesen_oder>Weiden	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Acker	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Wiese	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Hutweide	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Gaerten	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung>Weingarten	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Alpen	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Krummholzflaechen	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Waelder	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Verbuschte_Flaechen	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Forststrassen	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Fliessende_Gewaesser	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Stehende_Gewaesser	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Feuchtgebiete	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Vegetationsarme_Flaechen	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Betriebsflaechen	71,00	69,00	70,00	60,00

Querung_Gewaesserrandflaechen	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Verkehrsrundflaechen	125,00	121,00	123,00	103,00
Querung_Tempel_Synagoge	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Friedhoeft	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Rechtlich_nicht_Wald	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Rechtlich_Wald	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Rechtlich_Weingarten	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Rechtlich_kein_Weingarten	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Gebaeudeebenflaechen	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Abbauflaechen_Halden_und_De	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Deponie	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Sonstige	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Fels_und_Geroellflaechen	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Gletscher	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Streuobstwiese	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Flugverkehrsanlage	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Hafenanlage	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Schienenverkehrsanlagen	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Techn_Ver_und_Entsorgungsanla	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Strassenanlage	125,00	121,00	123,00	103,00
Querung_Freizeitflaechen	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Lagerplatz	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Werksgelaende	71,00	69,00	70,00	60,00
Landwirtschaftlich_genutzte_Grundflaechen	71,00	69,00	70,00	60,00
Sumpf	375,00	361,00	363,00	301,00
Bauflaechen_begrueent	44,00	43,00	44,00	38,00
Wald	44,00	43,00	44,00	38,00
Unbekannt	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Landwirtschaftlich_genutzte_Gru	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Sumpf	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Bauflaechen_begrueent	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Wald	44,00	43,00	44,00	38,00
Querung_Unbekannt	375,00	361,00	363,00	301,00
Erholungsflaechen	71,00	69,00	70,00	60,00
Bauflaechen_befestigt	125,00	121,00	123,00	103,00
Projektion	375,00	361,00	363,00	301,00
Gewaesser_Ge_fliessend	375,00	361,00	363,00	301,00
Gewaesser_Ge_stehend	375,00	361,00	363,00	301,00
Weingaerten_Wgt	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Erholungsflaechen	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Bauflaechen_befestigt	125,00	121,00	123,00	103,00
Querung_Projektion	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Gewaesser_Ge_fliessend	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung_Gewaesser_Ge_stehend	375,00	361,00	363,00	301,00
Querung>Weingaerten_Wgt	71,00	69,00	70,00	60,00
Gaerten_Gt	71,00	69,00	70,00	60,00
Querung_Gaerten_Gt	71,00	69,00	70,00	60,00

Hardwaremodell

Allgemeine Modellparameter:

Standard-Künettenbreite in Meter:

0,40

Maximale Künettenbreite in Meter:

2,00

Penalty für Überschreitung der Standard-Künettenbreite in EUR pro Meter:

53,00

Maximale Anzahl an Kabel, die zur Versorgung eines Knotens erlaubt sind:

15

Maximale Anzahl an Komponenten pro Knoten:

10

Cu-Kabel:

[1] Anzahl der Cu-Doppeladern [2] Cu-Querschnitt einer Ader in Millimeter
 [3] benötigte Künnettenbreite in Meter [4] maximale durchgängige Verlegelänge
 [5] Kosten in EUR pro Meter (Solver) [6] Kosten in EUR pro Meter

Id	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1	10,00	0,40	0,10	200,00	1,03	1,03
2	50,00	0,40	0,10	200,00	2,34	2,34
3	180,00	0,40	0,10	200,00	6,96	6,96
4	680,00	0,40	0,10	200,00	27,36	27,36
5	1.200,00	0,40	0,10	200,00	49,45	49,45
6	1.800,00	0,40	0,20	200,00	73,01	73,01

Cu-Komponenten:

[1] Anzahl Input-Ports [2] Anzahl Output-Ports
 [3] Typ der Komponente [4] maximale Anzahl pro Knoten
 [5] maximale Anzahl an Versorgungskabel [6] Kosten pro Stück (Solver)
 [7] Kosten pro Stück

Id	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
1	10	10	VM	5	1	582,00	582,00
2	50	50	VM	5	1	758,00	758,00
3	180	180	VM	5	1	963,00	963,00
4	680	680	VM	5	1	1.940,00	1.940,00
5	1.200	1.200	VM	5	1	3.180,00	3.180,00
6	1.800	1.800	VM	5	1	3.420,00	3.420,00
7	10	10	AM	5	5	670,00	670,00
8	50	50	AM	5	5	1.089,00	1.089,00
9	180	180	AM	5	5	1.513,00	1.513,00
10	680	680	AM	5	5	2.156,00	2.156,00
11	1.200	1.200	AM	5	5	3.120,00	3.120,00
12	1.800	1.800	AM	5	5	3.560,00	3.560,00
13	10	10	KA	5	1	630,00	630,00
14	50	50	KA	5	1	920,00	920,00
15	180	180	KA	5	1	1.590,00	1.590,00
16	680	680	KA	5	1	2.700,00	2.700,00
17	1.200	1.200	KA	5	1	5.565,00	5.565,00
18	1.800	1.800	KA	5	1	6.860,00	6.860,00
19	10	10	KV	5	5	1.424,00	1.424,00
20	50	50	KV	5	5	2.507,00	2.507,00
21	180	180	KV	5	5	3.270,00	3.270,00
22	680	680	KV	5	5	5.760,00	5.760,00
23	1.200	1.200	KV	5	5	10.000,00	10.000,00
24	1.800	1.800	KV	5	5	15.450,00	15.450,00