DIW ECON

Das Consulting-Unternehmen des DIW Berlin

DICE Consult

Methodische Ansätze zur kausalen Analyse der Auswirkungen regulatorischer Maßnahmen

Evaluierung der Wirksamkeit von Regulierung im Telekommunikationssektor - Konzeptionelle Grundlagen sowie Vorschläge für Ex-post-Evaluationen und Folgeabschätzungsverfahren in Deutschland

Endbericht zum Themenkomplex 2

Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Berlin und Düsseldorf, 27. November 2017

Kontaktpersonen

DIW ECON

Dr. Anselm Mattes (Projektleitung)

DIW Econ GmbH

Mohrenstraße 58

10117 Berlin

Tel.: +49 30 - 20 60 972 0

Fax: +49 30 - 20 60 972 99

E-Mail: service@diw-econ.de

www.diw-econ.de

DICE Consult

PD Dr. Ulrich Heimeshoff

DICE Consult GmbH

Merowingerplatz 1

40225 Düsseldorf

Tel.: +49 211-4363-5780

Fax: +49 211-4363-5775

E-Mail: heimeshoff@dice-consult.de

www.dice-consult.de

Kurzfassung

Die Evaluation regulatorischer Maßnahmen spielt in der wissenschaftlichen Debatte bereits seit geraumer Zeit eine bedeutende Rolle. Solche Evaluationen gewinnen aber auch in der regulatorischen Praxis an Bedeutung. Beispielsweise erstellt die Bundesnetzagentur gemäß § 33 Anreizregulierungsverordnung einen Evaluierungsbericht, der insbesondere die Auswirkungen der Anreizregulierung auf das Investitionsverhalten der Strom-Netzbetreiber analysiert. Solche Evaluationen regulatorischer Maßnahmen sind grundsätzlich auch im Telekommunikationssektor möglich. Um die Chancen und Anwendungsprobleme solcher Evaluationen besser einordnen zu können, ist es essenziell sich zunächst mit dem entsprechenden ökonometrischen Instrumentarium auseinanderzusetzen.

Kausale Zusammenhänge in der Telekommunikation sind oft von der wechselseitigen Beeinflussung verschiedener Variablen und Parameter geprägt. Hierzu gehören nicht nur Regulierungsentscheidungen, die auf Grund beobachteter Marktparameter getroffen werden und auf eben diese selbst wirken, sondern auch angebots- und nachfrageseitige Determinanten des Nutzerverhaltens. Die so entstehende Endogenität von erklärenden Variablen erschwert eine fundierte Regulierungsevaluation. Mit Instrumentvariablen-Ansätzen oder auch simultanen Gleichungssystemen bietet die ökonometrische Methodik jedoch vielseitige Lösungsmöglichkeiten zur Lösung dieses Endogenitätsproblems.

Zahlreiche Forschungsarbeiten der Telekommunikationsökonomik zeigen, dass Fehlspezifikationen durch unzureichende ökonometrische Ansätze durchaus kritisch sind. Eine Nicht-Berücksichtigung endogener Variablen impliziert nicht nur fehlerhafte Regulierungsevaluationen, sondern auch eine verzerrte Schätzung anderer Kausalzusammenhänge. Die in diesem Themenkomplex vorgestellten Methoden, sowie angeführten Forschungsbeiträge liefern hier eine telekommunikationsspezifische Tool-Box für fundierte ökonometrische Evaluationen.

Die hierfür erforderlichen Datensätze benötigen meist neben einer Querschnitts- auch eine zeitliche Dimension. Je geringer der Aggregationsgrad, desto detaillierter können Regulierungswirkungen auf diverse Marktteilnehmer ermittelt werden. Eine parallele Nutzung verschiedener Datenbanken und -quellen ist meist unumgänglich. Regulierungsbehörden und andere öffentliche Organe können hier einen enormen Beitrag leisten. Durch persistente Datenerhebungen und öffentliche Bereitstellung dieser, wie z.B. in Form des Breitbandatlas der Bundesnetzagentur, könnten ökonometrische Regulierungsevaluationen in Zukunft wesentlich zeit- und kosteneffizienter durchgeführt werden.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung ..... **i**
Inhaltsverzeichnis ii
Abbildungsverzeichnis iv
Tabellenverzeichnis v
Abkürzungsverzeichnis vi
1. Einleitung **1**
2. Methoden zur Schätzung kausaler Effekte in den Wirtschaftswissenschaften **3**
2.1 Kausalanalysen 3
2.1.1 Experimentelle Daten 4
2.1.2 Nicht-Experimentelle Daten 5
2.2 Endogenitätsproblem 7
2.3 Instrumentvariablenansatz 10
2.4 Differenz-von-Differenzen Ansatz 12
2.5 Matching 14
3. Empirische Analysen in der Telekommunikationswirtschaft **16**
3.1 Makroökonomische Effekte 17
3.1.1 Telekommunikationsinfrastruktur und Wirtschaftswachstum 17
3.1.2 Breitband-Infrastruktur und Wirtschaftswachstum 19
3.2 Zugangsregulierung und Investitionen 21
3.2.1 Endogenität von Regulierung und Produktivität 22
3.2.2 Investitionsanreize von Telekommunikationsanbietern 24
3.3 Substitutionseffekte auf dem Telekommunikationsmarkt 27
3.3.1 Substitution zwischen Festnetztelefonie und Mobilfunktelefonie auf Vertragsebene 28
3.3.2 Substitution zwischen Festnetztelefonie und Mobilfunktelefonie auf Nutzungsebene 29
3.4 Diffusionsmodelle 31
3.4.1 Diffusion von Breitbandnetzen unter verschiedenen Regulierungsregimes 32
3.4.2 Auswirkung der Regulierung auf Diffusion von Breitbandnetzen 33
3.4.3 Diffusion von Mobiltelefonie mit endogener Regulierung 34

3.5 Zwischenfazit 36
4. Datenquellen 37
4.1 Disaggregierte Datenangebote 39
4.1.1 Analysys Mason 39
4.1.2 Informa Database 40
4.1.3 Amadeus 40
4.1.4 Breitbandatlas 41
4.1.5 Bundesnetzagentur 42
4.2 Aggregierte Datenangebote 42
4.2.1 ITU Database 42
4.2.2 IDATE - World FTTx Market / FTTH-Council 43
4.2.3 Cullen International 43
4.2.4 OECD 44
5. Anwendbarkeit 46
5.1 Datenstruktur und Fragestellung 46
5.2 Methodenwahl 47
5.3 Praktikabilität im Rahmen der Umsetzung 48
6. Ausblick 49
Literaturverzeichnis 53
Anhang 57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einfluss der Variable 9
Abbildung 2: Differenz-von-Differenzen Ansatz 13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Beispiele von empirischen Analysen in der Telekommunikationswirtschaft 37

Tabelle A-1: Literatur zur Substitution von Festnetz- und Mobilfunk 57

Abkürzungsverzeichnis

BEREC	Body of European Regulators for Electronic Communications
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CPP	Calling Party Pays
DvD	Differenz-von-Differenzen
EU	Europäische Union
FTTH	Fibre to the Home
GMM	Generalisierte Momentenmethode
ITU	International Telecommunication Union
IV	Instrumentvariable
KPI	Key Performance Indicator
KQ	Kleinste Quadrate
MVNO	Mobile Virtual Network Operator
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
RPP	Receiving Party Pays

1. Einleitung

Die Evaluation wirtschaftspolitischer Maßnahmen und damit auch regulatorischer Entscheidungen spielt im Rahmen sogenannter evidenzbasierter Wirtschaftspolitik eine immer wichtigere Rolle. Diese Entwicklung ist in Deutschland nicht nur aus Sicht der Öffentlichkeit notwendig, sie ist auch gesetzlich vorgeschrieben[1]. Der wissenschaftliche Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat in seinem Bericht zur „Evaluierung wirtschaftspolitischer Fördermaßnahmen als Element einer evidenzbasierten Wirtschaftspolitik“ die Bedeutung der Evaluierung von Fördermaßnahmen diskutiert.[2] Darin werden zudem die Voraussetzungen einer solchen Evaluation beschrieben, die dazu verwendeten Methoden und wie diese konkret Anwendung finden. Die hierfür geltenden Prinzipien sollten jedoch nicht nur bei Fördermaßnahmen angewendet werden. Auch bei Regulierungsmaßnahmen sollte grundsätzlich eine evidenzbasierte Evaluierung stattfinden. Speziell auf dynamischen Märkten, wie in der Telekommunikationsbranche, ist es von größter Bedeutung, die Wirkungen einzelner Regulierungen dezidiert bewerten zu können. Dem trägt ebenfalls Art. 56 im Kodexvorschlag zur elektronischen Kommunikation der Europäischen Kommission Rechnung. Hier werden Datenerhebungsrechte nationaler Regulierungsbehörden verankert zur Beurteilung von Zugangsregulierung und anderen, die Netztopologie beeinflussenden, Maßnahmen.[3] Wird hierdurch der Ziel-Mittel-Zusammenhang bestimmt, kann beurteilt werden, ob das Mittel effektiv ist und ob das Ziel effizient erreicht wird. So können Maßnahmen angepasst werden und auf die bisherigen Erkenntnisse reagiert werden. Dabei stehen Lerneffekte im Vordergrund, um im weiteren Verlauf dem Ziel bestmöglich nahe zu kommen.

In den letzten drei Jahrzehnten wurden in der Volkswirtschaftslehre Verfahren entwickelt, die dieser Entwicklung Rechnung tragen und eine präzise Abschätzung der Wirkungen wirtschaftspolitischer Instrumente ermöglichen. In der vorliegenden Studie wird ein Überblick über die am häufigsten verwendeten Methoden gegeben, wobei die Methodenauswahl sich daran orientiert, ob diese in der empirischen Literatur in der Telekommunikationsökonomik anwendbar sind bzw. bereits angewendet wur-

[1] Vgl. Bundeshaushaltsordnung (BHO), § 7 Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit, Kosten- und Leistungsrechnung, Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, Art. 114, Abs. 2.

[2] Vgl. BMWi (2013), Evaluierung wirtschaftspolitischer Fördermaßnahmen als Element einer evidenzbasierten Wirtschaftspolitik, Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

[3] Vgl. Europäische Kommission (2016), Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation, Art. 56.

den. Nach Beginn der Liberalisierung und Regulierung der Telekommunikationsmärkte begann verstärkt das Interesse an einer Evaluation der Wirkungen regulatorischer Maßnahmen. Speziell zu Beginn der Liberalisierung lagen nahezu ausschließlich theoretische Erkenntnisse zu den Zusammenhängen zwischen Regulierung, Wettbewerb und Investitionen im Telekommunikationssektor vor.[4] Dies änderte sich im Laufe der Zeit, als immer mehr empirische Studien in der Telekommunikationsökonomik entstanden. Die vorliegende Teilstudie stellt die verwendete Methodik vor und diskutiert die einhergehenden Datenanforderungen. Vornehmlich in der Makroökonomik verwendete Methoden der Zeitreihenökonometrie werden in dieser Studie aufgrund mangelnder Relevanz nicht betrachtet.[5]

Trotz zunehmend verfügbarer Daten verbleibt die Evaluierung von wirtschaftspolitischen Maßnahmen zwar eine Herausforderung, ist jedoch zwingend erforderlich für effektive und effiziente Regulierungsmaßnahmen.

[4] Einen ausführlichen Überblick dazu geben Cave et al. (2002).

[5] Für einen umfassenden Überblick siehe Hamilton (1994).

2. Methoden zur Schätzung kausaler Effekte in den Wirtschaftswissenschaften

Grundlage einer evidenzbasierten Politik ist es, die Ursächlichkeit von Effekten empirisch zu belegen bzw. Kausalität zwischen einer Maßnahme und dem Ergebnis aufzuzeigen. In den vergangenen Jahrzehnten ist, wie bereits eingangs erwähnt, ein wissenschaftliches Instrumentarium entwickelt worden, das zur Evaluierung kausaler Effekte von politischen Maßnahmen geeignet ist und kausale Zusammenhänge von anderweitig verursachten empirischen Zusammenhängen trennen kann und somit verlässliche Belege für den Effekt einer Maßnahme liefert.

Solche Belege basieren meist auf kontrafaktischen Wirkungsanalysen, die den Vergleich zwischen den im Markt realisierten Ergebnissen und einer Situation, die ohne wirtschaftspolitischen Eingriff eingetreten wäre, anstellen. Das kontrafaktische Marktergebnis ist hierbei naturgemäß nicht beobachtbar und muss mithilfe geeigneter ökonometrischer Verfahren geschätzt werden.

Einfache statistische Methoden, wie die Korrelationsanalyse, reichen zwar aus, um festzustellen, ob zwischen zwei Größen ein Zusammenhang besteht (vgl. Dehling und Haupt, 2004: 127-129). Sie liefern jedoch keine Aussage über mögliche Wirkungsrichtungen und wie sich diese Größen beeinflussen. Es gilt somit zu untersuchen, ob der durch eine Korrelation beschriebene Zusammenhang auch als kausaler Effekt interpretiert werden kann.

Ein kausaler Effekt liegt genau dann vor, wenn sich die eine Größe allein aufgrund der Variation einer anderen Größe (hier die Regulierungsmaßnahme) verändert. Die untersuchte Größe kann sich jedoch auch aufgrund von anderen Einflüssen, beispielsweise der Entwicklung von dritten Größen wie der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung, verändern. Die Trennung der verschiedenen Einflüsse voneinander und die Identifizierung der ursächlichen Größe für einen Effekt sind die Aufgabe der Methoden der Kausalanalyse.

2.1 Kausalanalysen

Die Analyse kausaler Effekte, also der Analyse, welche Variable eine andere "wie" beeinflusst, ist die Kernaufgabe wissenschaftlicher Arbeit. Unter Kausalität versteht man einen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang. Eine Variable x ist genau dann kausal zur Variablen y, wenn x als Ursache von y oder anders ausgedrückt y als Wirkung von x betrachtet werden kann (vgl. Kirchgässner und Wolters, 2006: 83-85). Die zur Feststellung solcher Kausalitäten in vielen Wissenschaften geeignete Methodik ist das Experiment. In der naturwissenschaftlichen Forschung können Experimente wiederholt und jeweils

nur ein Modellparameter verändert werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass Änderungen in den Ergebnissen des Experiments ausschließlich auf diese Variation zurückzuführen sind. Dies ist in den Wirtschaftswissenschaften aber vielfach nicht möglich (vgl. Sims, 2010). Zur Analyse kausaler Effekte wäre es ideal, wenn dieselbe Einheit (beispielsweise ein bestimmter Markt) nach Durchführung der Maßnahme und im kontrafaktischen Szenario, wenn also dieselbe Einheit gerade nicht an der Maßnahme teilgenommen hätte, beobachtet werden könnte, um so die zwei Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Der Unterschied der Ergebnisse könnte dann auf die Maßnahme zurückgeführt werden.

Dies ist allerdings naturgemäß nicht möglich, weshalb durch Forschungsdesigns versucht wird, diesem kontrafaktischen Vergleich so nahe wie möglich zu kommen. Die grundlegende Idee dabei ist, zwei Gruppen zu erstellen, die sich in ihren Eigenschaften möglichst nur im Maßnahmenstatus unterscheiden. Die Messung kausaler Effekte in den Wirtschaftswissenschaften ist somit immer mit Unsicherheit verbunden (vgl. Lee, 2005: 9-10).

2.1.1 Experimentelle Daten

Der wissenschaftlich etablierte Standard für diese Vorgehensweise ist das kontrollierte Experiment. Hierbei ist es möglich, den Maßnahmenstatus zufällig (randomisiert) zuzuweisen, da er nicht bereits wie bei Beobachtungsdaten festgelegt ist und jede Einheit die gleiche Chance hat, Teil der Kontroll- oder der Maßnahmengruppe zu sein (vgl. Friedman und Sunder, 1994: 1-9).

Ein mögliches Beispiel wäre eine experimentelle Evaluierung der Entgeltregulierung des TAL-Entgelts auf Preise von Endkundendienstleistungen. Hier ist allerdings davon auszugehen, dass beispielsweise die Endkundenpreise für einen DSL-Anschluss nicht nur von der Höhe des regulierten Entgeltes als Kostenfaktor abhängen, sondern auch von der Bevölkerungsdichte innerhalb der beobachteten Stadt, der Kaufkraft und dem Vorhandensein von infrastrukturellen Substituten (z.B. mobiler Netzzugang, Koaxialkabel). Ein eventueller Effekt kann dann nicht per se alleine der spezifischen Entgeltregulierung zugeschrieben werden. Um nun zwei statistisch gleichwertige Gruppen zu erstellen, müsste die unterschiedliche Entgeltregulierung auf einzelne Straßenzüge zufällig also randomisiert angewandt werden. Bei einer rein zufälligen Aufteilung in Maßnahme- und Kontrollgruppe wird davon ausgegangen, dass sich die zwei Gruppen nicht systematisch in anderen Merkmalen als der Gruppenzuordnung unterscheiden. Dies wird damit begründet, dass bei einer ausreichend hohen Anzahl an Straßenzügen aufgrund des Gesetzes der großen Zahlen alle anderen Merkmale in der Maßnahmengruppe und Kontrollgruppe identisch verteilt sein sollten, bzw. dass sich die zwei Gruppen nur durch Zufall unterscheiden. Es kann also zufällige Unterschiede an Konsumentendichte etc. zwischen einzelnen Straßenzügen in

der Stichprobe geben, im Durchschnitt haben aber Maßnahmen- und Kontrollgruppe die gleiche ursprüngliche Bevölkerungsdichte, Konsumentenkaufkraft und Substitutionsmöglichkeiten. Somit unterscheiden sie sich nur durch den exogenen Maßnahmenstatus.

Der durchschnittliche kausale Effekt der Entgeltregulierung lässt sich dann durch einen einfachen Mittelwertvergleich zwischen der Maßnahme- und der Kontrollgruppe berechnen. Die Unterschiede im Endkundenpreis für einen DSL-Anschluss können also als kausaler Effekt der Regulierung interpretiert werden, weil sich die zwei Gruppen lediglich in diesem Merkmal unterscheiden. Unbeobachtete Einflüsse können hierbei zu einem hohen Grad als Gründe für die Unterschiede ausgeschlossen werden.

2.1.2 Nicht-Experimentelle Daten

Während in anderen Wissenschaften Experimente eine grundlegende Rolle spielen, basieren Kausalanalysen in den Wirtschaftswissenschaften meist auf nicht-experimentellen Felddaten, da Experimente oft aus ethischen, juristischen wie auch finanziellen Gründen nicht vertretbar sind.

Es werden daher häufig quasi-experimentelle Designs verwendet, bei denen die Maßnahmen- und Kontrollgruppen nicht nach dem Zufallsprinzip zusammengestellt werden. Stattdessen wird mit ökonometrischen Methoden versucht, das experimentelle Design, d.h. die zufällige Verteilung der Maßnahme in den Gruppen und somit die Isolierung des Maßnahmen-Effekts, nachzuahmen.

Die ökonometrischen Methoden sollen hierbei die potenziellen Unterschiede zwischen Einheiten der Maßnahmengruppe und Kontrollgruppe minimieren. Ziel ist es die Kontrollgruppe so zu bilden, dass der geschätzte Effekt des Maßnahmenstatus nicht durch unbeobachtete Unterschiede in den Gruppenzusammenstellungen verzerrt wird. Gelingt dies nicht, schwächt dies die Glaubwürdigkeit der Schätzung des Effekts, und alternative Erklärungen als die Regulierungsmaßnahme für den beobachteten Effekt können nicht ausgeschlossen werden.

Zu den statistisch-ökonometrischen Methoden, die als solche nicht-experimentelle Evaluationsstrategien in den Wirtschaftswissenschaften und der Telekommunikationsökonomik eingesetzt werden, zählen insbesondere:

- Instrumentvariablenansatz
- Differenz-von-Differenzen Ansatz
- Matching

Dabei haben die unterschiedlichen Methoden unterschiedliche Anforderungen an Daten und Arbeitsaufwand. Diese Studie konzentriert sich dabei auf Methoden, die die Effekte wirtschaftspolitischer

Maßnahmen auf Basis von Felddaten schätzen und nimmt Abstand von Simulationsverfahren basierend auf ökonomischen Modellen.[6] Dies schließt natürlich nicht aus, dass auf Basis der Schätzergebnisse Simulationen durchgeführt werden.

Generell existieren in den Wirtschaftswissenschaften drei Typen von Datenstrukturen: Querschnittsdaten, Zeitreihendaten und Paneldaten. Querschnittsdaten bestehen aus einer Sammlung von Konsumenten- oder Unternehmensdaten zu einem bestimmten Zeitpunkt (z. B. Investitionsdaten für 50 Unternehmen im Jahr 2015). Zeitreihendaten beobachten eine bestimmte Einheit wiederholt (z. B. das BIP für Deutschland von 1959 bis 2015). Paneldaten stellen eine Kombination von Querschnitts- und Zeitreihendaten dar. Dabei werden Daten für eine bestimmte Anzahl von Einheiten (z. B. Investitionsdaten für 50 Unternehmen) wiederholt (beispielsweise jährlich von 2000 bis 2010) gesammelt.

Manche Methoden können nur mithilfe von Panel-Daten sinnvoll eingesetzt werden, während andere Verfahren auch auf Basis von Querschnitts- oder Zeitreihendaten durchgeführt werden können. Paneldaten kommen in der Regel immer dann zum Einsatz, wenn Vergleichsmärkte oder -gruppen in die Analyse eingebaut werden, ohne auf Matching-Verfahren zu setzen.

Die diversen Methoden können zudem auf aggregiertem und disaggregiertem Niveau durchgeführt werden. Unter aggregiertem Niveau versteht man üblicherweise Analysen auf Länderebene bzw. mithilfe von aggregierten Marktdaten. Analysen auf disaggregiertem Niveau werden in der Regel mithilfe von Konsumenten- oder Unternehmensdaten durchgeführt.

Unabhängig von den Datenanforderungen ist allen Methoden gemein, dass sie das gleiche zentrale Problem in der empirischen Wirtschaftsforschung zu lösen versuchen - Endogenität. Im folgenden Abschnitt wird dieses Endogenitätsproblem näher erläutert.

[6] Simulationen werden in der ökonomischen Forschung zur Überprüfung von theoretischen Modellen verwendet oder analysieren das Verhalten komplexer ökonometrischer Schätzmethoden. Zur Evaluation von realen Regulierungsmaßnahmen eignen sich primär reale Felddaten, da diese das tatsächliche Verhalten der Wirtschaftssubjekte widerspiegeln. Die Simulation eines theoretischen Modells bezüglich der Wirkungen bestimmter regulatorischer Maßnahmen muss zwangsläufig weiter von der Realität entfernt bleiben als Analysen mit Felddaten.

Box 2-1
Nicht-experimentelle Kausalanalysen

Wie können die Wirkungen von Regulierungsmaßnahmen analysiert werden?

Für die Evaluierung von regulatorischen Maßnahmen können empirische Kausalanalysen genutzt werden. Das wissenschaftliche Instrumentarium dazu basiert auf der Anwendung von randomisierten Feldexperimenten und nicht-experimentellen Analysemethoden.

Welche Analyseverfahren eignen sich hierfür?

Aufgrund von ethischen und finanziellen Gründen eignen sich zur Erfolgskontrolle von regulatorischen Maßnahmen vor allem nicht-experimentelle Evaluierungsmethoden. In der Telekommunikationswirtschaft anwendbare und bereits angewendete Methoden sind z.B.:

- Instrumentvariablenansatz
- Differenz-von-Differenzen Ansatz
- Matching

Welche Informationen sind in welcher Qualität im Hinblick auf eine Erfolgskontrolle erforderlich?

In Abhängigkeit vom Untersuchungsschwerpunkt und verwendeter Methode müssen Querschnittsdaten, Zeitreihendaten oder Paneldaten auf mehr oder weniger aggregiertem Niveau und von unterschiedlichem Umfang erfasst werden. Stark aggregierte Daten sind beispielsweise bei (internationalen) Ländervergleichen sinnvoll. Detailliertere disaggregierte Daten, wie beispielsweise unternehmensbezogene Daten oder Konsumentendaten, sind bei nationalen Untersuchungen notwendig. Die jeweils gewählte Methode hat dabei spezielle Anforderungen an die der Analyse zugrundeliegenden Daten.

2.2 Endogenitätsproblem

Wir unterscheiden zunächst zwischen zwei unterschiedlichen Typen von Variablen. Es gibt eine Zielvariable (zu erklärende Variable), die als Indikator für den Erfolg einer Regulierungsmaßnahme identifiziert wurde, welche von einer oder mehreren Variablen beeinflusst wird (die Regulierungsmaßnahme und mögliche andere Faktoren), die erklärende Variablen genannt werden. In der Literatur findet man auch die Unterscheidung in abhängige und unabhängige Variablen.

Der kausale Zusammenhang soll dann durch die lineare Funktion $y = \alpha + \beta * x + \varepsilon$, auch Regressionsgleichung genannt, dargestellt werden. Dabei beschreibt die Variable x die Existenz einer bestimmten Maßnahme und ist somit eine erklärende Variable, die mit der Stärke β einen Einfluss auf die Zielvariable y ausübt. Eine Maßnahme kann in einer binären Variable dargestellt werden, da sie nur zwei Ausprägungen hat: Entweder die untersuchten Einheiten haben die Maßnahme erhalten oder die untersuchten Einheiten haben die Maßnahme nicht erhalten. Man spricht von einer Dummy-Variablen oder Treatment-Variablen, die die Werte 0 und 1 annehmen kann.[7]

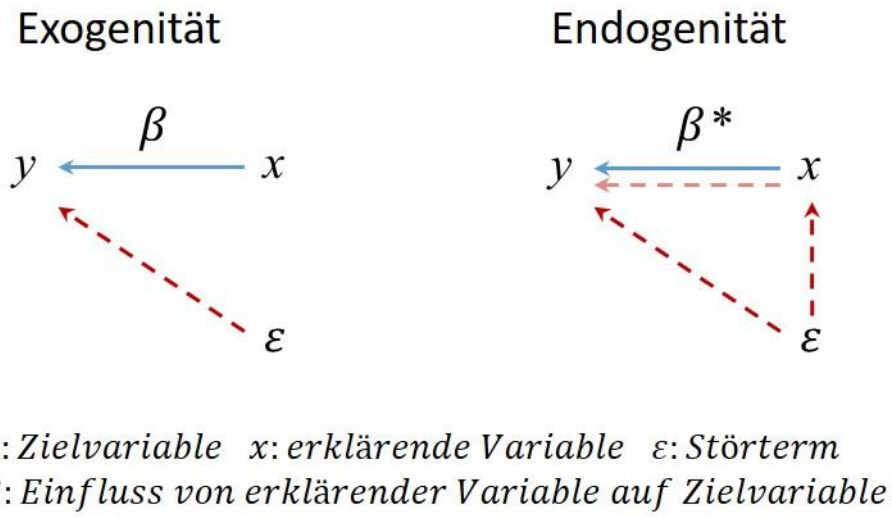
Ein wesentliches Problem liegt darin, dass es auch andere Gründe geben kann, die ursächlich für den Zusammenhang zwischen Maßnahme x und Zielvariable y sind, welche im Fehlerterm ε, auch Störterm genannt, aufgegriffen werden.

Wenn nun eine erklärende Variable x mit dem Störterm ε korreliert ist, wird der eigentlich interessierende Zusammenhang zwischen x und y durch den zusätzlichen Zusammenhang zwischen x und ε verzerrt. Existiert eine solche Abhängigkeit zwischen dem Fehlerterm und einer erklärenden Variablen, so spricht man von Endogenität (im ökonometrischen Sinne).[8] Der geschätzte Wert von β misst dann den gemeinsamen Einfluss der erklärenden Variable x und des Störterms ε auf die abhängige Variable y. Abbildung 1 veranschaulicht dies grafisch. Im linken Teil der Grafik sind die Variable x sowie der Störterm ε nicht miteinander korreliert. Die Variable x ist somit exogen und der Koeffizient β misst ausschließlich den Effekt der erklärenden Variablen x auf die zu erklärende Variable y. Im rechten Teil der Grafik ist hingegen die erklärende Variable x mit dem Störterm korreliert. Die Variable x ist somit endogen. Dies führt dazu, dass der Koeffizient β verzerrt geschätzt wird. Er enthält sowohl den Effekt von x auf y als auch den Effekt von ε auf y, welcher durch die Korrelation von x und ε zustande kommt. Die gestrichelte Linie von x zu y skizziert die Verzerrung des Koeffizienten durch das Endogenitätsproblem.

[7] Der Begriff "Treatment" wurde aus der medizinischen Forschung übernommen, in der Evaluationsstudien für Medikamente eine lange Tradition haben.

[8] Ist die Variable x hingegen mit dem Störterm unkorreliert, spricht man von einer exogenen erklärenden Variablen. Die Exogenität erklärender Variablen ist eine Grundvoraussetzung zur Anwendung der in der empirischen Wirtschaftsforschung oft verwendeten Schätzmethode der kleinsten Quadrate(KQ). Hier wird anhand der Regressionsgleichung eine Kurve geschätzt, die die quadrierten Abweichungen zu den tatsächlich beobachteten Datenpunkten minimiert. Die geschätzten Kurvenparameter (β) bilden dann den Effekt der erklärenden Variablen ab (vgl. Hayashi, 2000: 7-9). Zusammengefasst wird im Rahmen der Methode der kleinsten Quadrate diejenige Gerade an die Daten angepasst, welche einen möglichst hohen Erklärungsgehalt aufweist.

Abbildung 1:
Einfluss der Variable



Quelle: eigene Darstellung.

Endogenität ist ein in nahezu allen Querschnitts- und Panelanalysen in der empirischen Wirtschaftsforschung auftretendes Phänomen und kann folgende Ursachen haben:

- Simultane Kausalität / Rückwärtskausalität ("reverse causality"): Werden zur Beschreibung eines Zusammenhangs mehrere Gleichungen benötigt, die eine gegenseitige Abhängigkeit beinhalten, führt dies zu einer Korrelation zwischen dem Störterm und der erklärenden Variable. Simultane Kausalität bedeutet, dass die Kausalität in beide Richtungen auftritt, d. h., dass nicht nur die Intensität von Zugangsregulierung (x) die Produktivität im TK-Sektor (y) beeinflusst, sondern auch y kausal auf x wirkt (wenig produktive Telekommunikationsmärkte werden eher Ziel von stärkerer Zugangsregulierung). Siehe hierzu auch den entsprechenden Forschungsbeitrag in Abschnitt 3.2.1.
- Ausgelassene Variablen ("omitted variables"): Variablen, die mit den verwendeten unabhängigen Variablen korrelieren aber nicht in der Regression enthalten sind, werden im Störterm abgebildet. Dadurch bestehen auch hier Korrelationen zwischen den unabhängigen Variablen und dem Störterm. Als mögliches Beispiel sind hier Variablen zu nennen, die die Regulierungswahrscheinlichkeit oder -intensität eines Marktes oder Unternehmen beeinflussen, jedoch nicht beobachtbar sind und somit im Störterm enthalten sind.[9]

[9] Als klassisches Beispiel in der ökonometrischen Literatur wird oftmals die Lohngleichung herangezogen, mithilfe derer die Einflussfaktoren auf das verfügbare Einkommen gemessen werden. Ein zentraler Einflussfaktor auf

- Messfehler ("measurement error"): Wenn eine unabhängige Variable mit einem Messfehler gemessen wird, der mit einer unabhängigen Variablen korreliert, ist mit systematisch verzerrten Ergebnissen zu rechnen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Unternehmen ihre zu erwarteten Kosten für Infrastrukturausbau für bestimmte Gebiete systematisch falsch einschätzen. Ein Teil des Kosteneffekts auf bspw. die Breitbandpenetration würde dann vom Störterm aufgefangen.

In all diesen Fällen kann die Größe des geschätzten Koeffizienten nicht mehr als kausaler Effekt der Maßnahme betrachtet sowie die Teilnahme an der Maßnahme nicht als exogen interpretiert werden. Durch die Endogenität der Maßnahme liefert die Schätzung des Modells mittels der KQ-Methode selbst in großen Stichproben systematisch verzerrte Ergebnisse. Die geschätzten Regressionskoeffizienten sind dann weder erwartungstreu[10] noch konsistent[11]. Es muss daher ein anderes Schätzverfahren verwendet werden.

2.3 Instrumentvariablenansatz

Der klassische Ansatz zur Schätzung von Modellen mit endogenen erklärenden Variablen ist die Nutzung von Instrumentvariablen (IV) (siehe dazu auch Angrist, Imbens und Rubin, 1996). Ist in der Regressionsgleichung $y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$ die Variable x_1 endogen, so muss bei der IV-Schätzung ein Instrument z, also eine andere Variable, gefunden werden, die mit der endogenen Variablen x_1 korreliert ist, jedoch nicht mit dem Störterm ε.[12] Da die Korrelation mit dem Störterm nicht direkt beobachtbar ist, kann man die Suche nach geeigneten Instrumenten vereinfacht auch so ausdrücken: Das Instrument z muss möglichst hoch mit der endogenen erklärenden Variable x korreliert sein, aber

den Lohn bzw. das Einkommen sind hierbei die individuellen Fähigkeiten ("ability") der Personen, die sich allerdings nicht beobachten lassen, aber mit erklärenden Variablen, welche die jeweilige Person charakterisieren, wie zum Beispiel Ausbildungsdauer und Zensuren, korrelieren (vgl. Wooldridge (2000), Kapitel 4.3.1).

[10] Ein Schätzer ist erwartungstreu, wenn der Erwartungswert gleich dem wahren Wert des geschätzten Parameters ist, also nicht systematisch verzerrt. Mit dem wahren Wert ist der Parameter gemeint, der sich in der Grundgesamtheit ergeben würde. Beispiel: Wir schätzen die marginale Konsumquote in Deutschland anhand einer Stichprobe von 2.000 Bundesbürgern. Ist die Stichprobe repräsentativ und unsere Parameterschätzung unverzerrt, stimmt die geschätzte marginale Konsumquote mit derjenigen aller Bundesbürger im Durchschnitt überein.

[11] Ein Schätzer ist konsistent, wenn mit zunehmender Stichprobengröße eine eventuell vorhandene Verzerrung verschwindet. Dies ist eine schwächere Eigenschaft als Erwartungstreue, die aber in vielen Anwendungen oftmals völlig ausreichend ist.

[12] IV spielen auch bei der Schätzung von Mehrgleichungsmodellen eine wichtige Rolle. Das statistische Problem in diesem Zusammenhang unterscheidet sich allerdings nicht wesentlich von dem im Einzelgleichungsmodell, weshalb wir auf eine separate Darstellung verzichten (vgl. zu Mehrgleichungsmodellen in der Ökonometrie Heckman und Vyclatil, 2005 sowie Greene, 2012: 330-382).

keinen direkten Effekt auf die abhängige Variable y haben. Betrachtet man eine Nachfragefunktion für DSL-Anschlüsse, die als erklärende Variable den Endkundenpreis beinhaltet, wird dieser sicher endogen sein. Eine mögliche IV für den Endkundenpreis kann dann ein bestimmter Kostentreiber sein wie z.B. das TAL-Entgelt. Dieses beeinflusst zwar direkt den Endkundenpreis, aber nur indirekt die nachgefragten DSL-Anschlüsse.

Die Schätzgleichung wird mithilfe eines zweistufigen Verfahrens (two-stage-least-squares (2SLS) oder auch IV-Regression) geschätzt und führt zu konsistenten Schätzparametern. Die zentrale Idee dahinter ist, dass die Variable x_1 sozusagen aus zwei Teilen besteht. Ein Teil der Variablen beinhaltet den endogenen Teil, der die Korrelation mit dem Störterm auslöst, während der andere nicht-endogene Teil von x_1 für die kausale Identifikation bzw. zur Erklärung des Effektes genutzt werden kann. Auf der ersten Stufe der 2SLS-Regression wird hierzu die endogene erklärende Variable x_1 auf das Instrument z_1 sowie alle verbleibenden exogenen Variablen der Ursprungsregression (in diesem Fall x_2) regressiert: $x_1 = \alpha + p_{i1} * z + p_{i2} * x_2 + \zeta$. Durch die KQ-Schätzung dieser Gleichung lässt sich der endogene Teil herausfiltern und die mit den geschätzten Regressionskoeffizienten neu berechneten Werte ("predicted values") von x_1, nämlich $\hat{x}_1$, enthalten nunmehr den exogenen Teil. Diese werden auf der zweiten Stufe in das ursprüngliche Modell mitaufgenommen und ersetzen x_1: $y = \alpha + \beta_1 \hat{x}_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$. Da der berechnete Wert $\hat{x}_1$ annahmegemäß nicht mit dem Störterm ε korreliert, kann diese Gleichung nun mittels der KQ-Methode geschätzt werden und führt zu konsistenten und effizienten Schätzergebnissen.

Allerdings ist die zentrale Herausforderung bei der IV-Schätzung ein geeignetes Instrument zu finden, welches die folgenden Bedingungen erfüllt:

- Relevanz: Das Instrument z muss mit der endogenen Variablen x_1 korreliert sein. Allerdings tritt hier ein Problem auf, wenn diese Korrelation nur schwach ausgeprägt ist ("weak instrument"). Diese Annahme lässt sich allerdings mittels eines F-Tests auf gemeinsame Signifikanz der Instrumente auf der ersten Stufe der 2SLS-Regression überprüfen. Laut Staiger und Stock (1997) sollte der hierbei ermittelte Wert der F-Statistik größer 10 sein. Sollte die Regressionsgleichung mehr als eine endogene Variable enthalten, enthält das Modell mehrere erste Stufen und die Überprüfung der F-Statistik muss für jede dieser Stufen separat erfolgen.
- Exogenität: Das Instrument z darf nicht mit dem Störterm ε korreliert sein. Dies kann allerdings in der Regel nicht a priori getestet werden, sondern muss auf theoretischen Überlegungen basieren. Eine Möglichkeit bietet sich hingegen im Anschluss an eine IV-Schätzung, wenn

die Anzahl der IV größer ist als die Anzahl der endogenen Variablen (sogenannte Überidentifikation). Das bedeutet, dass im vorliegenden Fall x_1 nicht nur mit z_1, sondern auch mit einer weiteren Instrumentvariablen z_2 instrumentiert würde. Beispielsweise könnte man für den Endkundenpreis für DSL-Anschlüsse (x_1) neben dem TAL-Entgelt (z_1) auch einen Durchschnittswert für Personalkosten im TK-Sektor (z_2) als IV benutzen. Mittels des sogenannten Sargan-Tests[13] ließe sich dann die Exogenität der Instrumente prüfen (Staiger und Stock, 1997).

IV-Verfahren bilden eines der wichtigsten Werkzeuge der Ökonometrie. Sie werden in nahezu allen Bereichen der empirischen Wirtschaftsforschung angewendet. Je nach Fragestellung und verfügbaren Daten gibt es jedoch auch Alternativen bzw. Ergänzungen, die in den folgenden Abschnitten dargestellt werden.

2.4 Differenz-von-Differenzen Ansatz

Die Differenz-von-Differenzen (DvD) Methode nutzt neben Variationen in Querschnittsdaten auch zeitliche Variationen in einer Maßnahme- sowie einer Kontrollgruppe um den kausalen Effekt der Maßnahme zu schätzen. Verzerrende Einflussfaktoren, selbst wenn sie unbeobachtet bleiben, werden durch die Annahme ausgeschlossen, dass sie über den Betrachtungszeitraum des Datensatzes konstant sind. Hierzu wird ein Paneldatensatz benötigt, in dem Daten zu den gleichen Querschnittseinheiten zu mehreren Zeitpunkten vorliegen (vgl. Cameron und Trivedi, 2005: 697-702). Der DvD-Ansatz stellt hierbei den Vergleich von zeitlichen Trends zwischen Maßnahme- und Kontrollgruppe an und basiert auf den gleichen Annahmen, die einer Querschnittsregression zugrunde liegen.[14]

In der einfachsten Variante werden zwei Gruppen anhand der Indikatorvariable für den Erfolg einer Regulierungsmaßnahme zu zwei Zeitpunkten beobachtet. Eine dieser Gruppen wird in der zweiten Periode der Regulierungsmaßnahme ausgesetzt, aber nicht in der ersten. Die zweite Gruppe ist weder in der ersten noch in der zweiten Periode von der Regulierung betroffen. Dabei können die beiden Gruppen sich in der Ausgangsperiode, wenn noch keine der beiden Gruppen von der Regulierungsmaßnahme betroffen war, durchaus unterscheiden. Solche Unterschiede werden durch die Verwendung

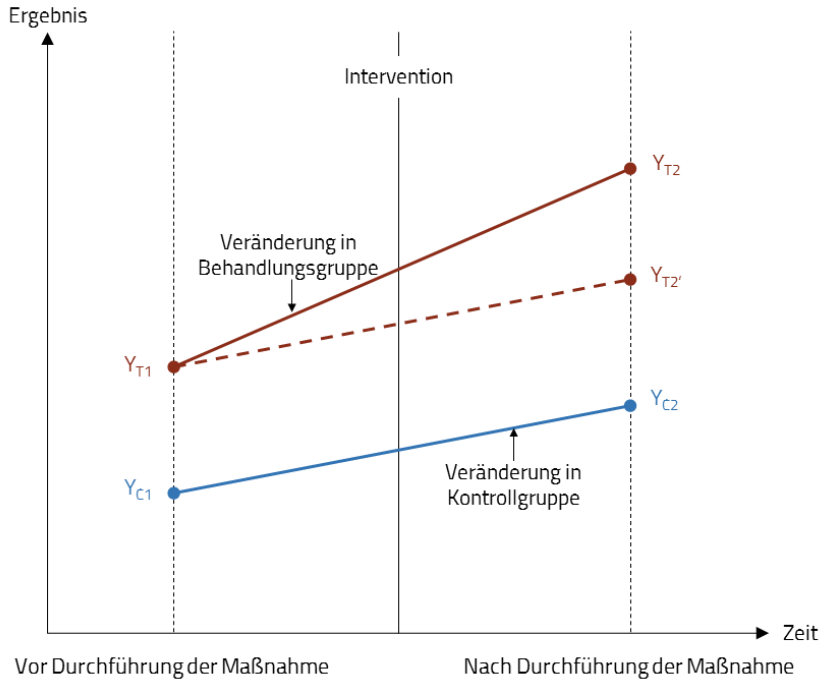
[13] Vgl. für eine ausführliche Darstellung (Wooldridge, 2000), Kapitel 15.5.

[14] Vergleichsmaßstäbe werden in der empirischen Wirtschaftsforschung auf vielfältige Art und Weise kreiert. Eine andere Methode ist die des Matchings, die ebenfalls in dieser Studie diskutiert wird. Darüber hinaus können sogenannte Regression Discontinuity Verfahren herangezogen werden, um einen Vergleichsmaßstab zu schaffen (vgl. Lee und Lemieux, 2010). Die Anwendung solcher Verfahren ist in der Industrieökonomik allerdings nicht sehr verbreitet und wird aus diesem Grund hier nicht weiter diskutiert.

von Kontrollvariablen sowie von Panelmethoden herausgerechnet. Jede Beobachtungseinheit muss somit mindestens zwei Mal im Datensatz beobachtet werden und ein Teil muss dazwischen ihren Maßnahmenstatus ändern. Konkret geht man wie folgt vor:

Wir haben eine Maßnahmengruppe Y_T, die die Regulierungsmaßnahme erhalten hat, und eine Kontrollgruppe Y_C, die die Maßnahme nicht erhalten hat. Es werden dann die Unterschiede in der Indikatorvariablen zwischen den Gruppen jeweils zum Zeitpunkt 1 $(Y_{T1} - Y_{C1})$ und Zeitpunkt 2 $(Y_{T2} - Y_{C2})$ berechnet. Anschließend werden diese Unterschiede voneinander subtrahiert $((Y_{T2} - Y_{C2}) - (Y_{T1} - Y_{C1}))$. Die Differenz zum zweiten Zeitpunkt abzüglich der Differenz zum ersten Zeitpunkt bilden den interessierenden kausalen Effekt der Maßnahme ab. Somit wird die Gruppe ohne Maßnahme als kontrafaktischer Trend für die Gruppe mit Maßnahme verwendet, was die identifizierende Annahme beinhaltet, dass die Trends der Ergebnisse beider Gruppen ohne die Maßnahme identisch gewesen wären $((Y'_{T2} - Y_{C2}) = (Y_{T1} - Y_{C1}))$. Abbildung 2 zeigt diese Methodik grafisch. Y'_{T2} ist hier der Wert, den die Maßnahmengruppe zum zweiten Zeitpunkt hätte, wenn sie die Maßnahme nicht erhalten hätte, aber dem gleichen Trend wie die Kontrollgruppe folgen würde. Die rote, gestrichelte Linie im Diagramm verläuft deswegen parallel zur blauen Linie.

Abbildung 2:
Differenz-von-Differenzen Ansatz



Quelle: eigene Darstellung.

Somit wird auch mithilfe dieser Maßnahme eine kontrafaktische Analyse ermöglicht. Wir erhalten einen Schätzwert für die Ergebnisse der Treatment-Gruppe, wenn diese die relevante Maßnahme nicht erhalten hätte, was tatsächlich ohne spezielle Verfahren unbeobachtbar wäre.

Wir sind bislang in diesem Abschnitt davon ausgegangen, dass die Kontrollgruppe aus tatsächlich bestehenden, beobachtbaren Märkten zusammengestellt wird, die eine vergleichbare Struktur zu der des Treatment-Marktes haben, aber von den regulatorischen Maßnahmen nicht beeinflusst wurden. In einigen Fällen stehen diese Daten nicht ohne weiteres zur Verfügung, da beispielsweise Daten auf unterschiedlichen Aggregationsniveaus erhoben wurden. In solchen Fällen können sogenannte synthetische Kontrollgruppen gebildet werden (vgl. Abadie et al., 2010). Mithilfe statistischer Methoden kann hier die Kontrollgruppe konstruiert und somit ein Vergleichsmaßstab bestimmt werden. Diese Methodik wurde beispielsweise verwendet, um die Einführung der Anti-Raucher-Gesetzgebung in Kalifornien und ihre Effekte auf die Anzahl der Raucher zu evaluieren. Andere US-Bundesstaaten können in diesem Zusammenhang kaum als sinnvolle Kontrollgruppe herangezogen werden, da auch dort ähnliche Gesetze verabschiedet wurden. Die Autoren konstruieren eine synthetische Kontrollgruppe, die Kalifornien vor der Einführung des Gesetzes optimal widerspiegelt. Mit diesem "synthetischen" Kalifornien lassen sich nun die Raucherquoten prognostizieren, welche sich in Kalifornien eingestellt hätten, wären die Anti-Raucher-Gesetze nicht eingeführt worden. Mithilfe solcher Methoden wurden beispielsweise auch die Kosten terroristischer Angriffe im Baskenland geschätzt (vgl. Abadie und Gardeazabal, 2006). Bislang werden diese Verfahren in der empirischen Wirtschaftsforschung vergleichsweise selten, in der empirischen TK-Forschung noch gar nicht eingesetzt, besitzen aber zweifellos großes Potenzial. So könnten hiermit möglicherweise auch Ex-post-Evaluationen von Regulierungsmaßnahmen wie die Einführung von Netzneutralitätsklauseln oder die Entlassung einzelner Teilmärkte aus der Ex-ante-Regulierung durchgeführt werden. Die Durchführbarkeit hängt allerdings stark vom Aggregationsniveau der Regulierungsmaßnahme und der Länge des Betrachtungszeitraumes vor und nach der Intervention ab.

2.5 Matching

Das Matching-Verfahren findet oftmals Anwendung bei Analysen, bei denen klassische Vergleichsmarktverfahren nicht anwendbar sind. Hierbei wird versucht, ein möglichst genaues individuelles Gegenstück der Maßnahmengruppe Y_T zu erstellen, indem jede Beobachtung der Maßnahmengruppe mit einer Beobachtung aus einer Kontrollgruppe Y_C, in der die Maßnahme M nicht stattgefunden hat,

gepaart wird. Die "Zwillingsbeobachtung" aus der Kontrollgruppe approximiert hierbei die kontrafaktische Situation, die für die Beobachtung aus der Maßnahmengruppe eingetreten wäre, wenn die Maßnahme nicht stattgefunden hätte. Wenn sich die Zwillingspartner in den grundlegenden Merkmalen nicht signifikant unterscheiden, kann gefolgert werden, dass eventuelle Unterschiede auf die Durchführung der Maßnahme zurückgeführt werden können. Der kausale Effekt ist dann der Unterschied zwischen den beiden Gruppen zu einem Zeitpunkt nach der Maßnahme (vgl. dazu Wooldridge, 2010: 934-936).

Beispielsweise lässt sich so der Einfluss staatlicher Fördermittel auf die Breitbandpenetration in einzelnen Gemeinden und Landkreisen untersuchen. So würde man bei Anwendung eines Matching-Ansatzes jeder Gemeinde die Fördermittel erhalten hat eine Zwillingsgemeinde ohne Förderung, die in ihren wesentlichen Charakteristika jedoch identisch ist, gegenüberstellen. Besteht kein signifikanter Unterschied in den grundlegenden Merkmalen der Gemeinden, so lässt sich ableiten, dass eventuelle Unterschiede in der Breitbandpenetration auf den Erhalt staatlicher Ausbauförderung zurückgeführt werden kann.

Das Matching anhand statistischer Zwillinge erfordert jedoch starke Annahme und stellt hohe Anforderungen an den Datensatz: So ist für ein exaktes Matching eine große Kontrollgruppe nötig, um identische Beobachtungen zu finden. Allerdings haben Rosenbaum und Rubin (1983) gezeigt, dass es ausreichend ist, die Zwillingspaare anhand ihres sogenannten "Propensity Scores" zu identifizieren. Bezogen auf das vorherige Beispiel würde der Propensity Score die Förderwahrscheinlichkeit einer Gemeinde vor der Einführung der Ausbauförderung zum Ausdruck bringen. So wird jeder geförderten Gemeinde eine nicht geförderte Gemeinde mit einem, auf Grund ihrer Charakteristika, möglichst identischen Propensity Score aus der Kontrollgruppe zugeordnet. Man spricht in diesem Kontext auch von einem nächsten Nachbarn in der Kontrollgruppe ("nearest neighbour"). Die Anwendungsgebiete unterscheiden sich hierbei nicht vom Matching-Verfahren über einen direkten statistischen Zwilling.

Box 2-2
Kurzzusammenfassung: Endogenitätsproblem und Lösungen

Was ist Endogenität und welche Methoden helfen?

Endogenität liegt dann vor, wenn eine erklärende Variable (z.B. die Regulierungsmaßnahme) mit dem Störterm korreliert ist. Der eigentlich interessierende Zusammenhang zwischen erklärender Variable und Zielvariable wird dann nur noch verzerrt geschätzt. Folgende Methoden sind in der Lage diese Verzerrung herauszufiltern.

- Instrumentvariablenansatz: Hier wird die Regression in zwei separate Stufen aufgeteilt (2SLS). In der ersten Stufe wird der endogene Teil der erklärenden Variable herausgefiltert durch die Wahl einer relevanten, aber exogenen Instrumentvariable. In der zweiten Stufe erfolgt die Schätzung des kausalen Effekts auf Basis der nun exogenen erklärenden Variable. Zur Findung eines geeigneten Instruments werden umfangreiche Daten zu Kontrollvariablen benötigt.
- Differenz-von-Differenzen Ansatz: Hier findet ein Trendvergleich zwischen einer Maßnahmen- und Kontrollgruppe statt zum Zeitpunkt vor und nach der Maßnahmeneinführung. Der Trend der Kontrollgruppe dient hierbei als kontrafaktisches Szenario für die Maßnahmengruppe. Zur Durchführung muss eine geeignete Kontrollgruppe vorliegen und Daten müssen eine zeitliche Variation aufweisen.
- Matching: Hier wird der kausale Effekt durch einen Vergleich zu einem statistischen Zwilling in der Kontrollgruppe gemessen. Dieser unterscheidet sich nicht von der jeweiligen Zwillingsbeobachtung der Maßnahmengruppe in seinen Charakteristika abseits der Maßnahmenteilnahme. Bei großen Datensätzen mit vielen Kontrollvariablen wird Zwillingsfindung zunehmend schwerer. Propensity-Score-Matching kann hier eine Alternative sein.

3. Empirische Analysen in der Telekommunikationswirtschaft

Die folgend angeführten Forschungsbeiträge bieten einen Einblick in konkrete Anwendungsmöglichkeiten der in Kapitel 2 vorgestellten Methoden zur Ermittlung kausaler Effekte von Regulierungsmaßnahmen in der Telekommunikationsbranche. Die Darstellung gliedert sich inhaltlich in vier Gebiete:

- Arbeiten zu Wachstumseffekten durch Telekommunikationsinfrastruktur,

- Auswirkungen der Netzzugangsregulierung auf das Investitionsverhalten der Telekommunikationsunternehmen,
- Substitution zwischen Festnetz und Mobilfunk sowie
- Determinanten von Mobilfunk- und Breitbandpenetration.

In allen Arbeiten werden die verwendete Methodik sowie die hierzu notwendigen Daten detailliert dargestellt.

3.1 Makroökonomische Effekte

Ein Strang der Literatur, der sich mit kausalen Effekten in der Telekommunikationsbranche beschäftigt, untersucht, inwieweit Investitionen in die Telekommunikationsinfrastruktur das Wirtschaftswachstum einer Volkswirtschaft beeinflussen. Die prominentesten Beispiele sind hier Röller und Waverman (2001), die allgemein Investitionen in Telekommunikationsinfrastruktur betrachten und Czernich et al. (2011), die speziell Ausbauinvestitionen in Breitband-Infrastruktur und dessen Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum untersuchen.

Der Zusammenhang zwischen Infrastruktur und dem Wirtschaftswachstum ist hier bei weitem nicht offensichtlich. Oft lässt sich allgemein nur beobachten, dass sowohl das BIP als auch die Investitionen in Telekommunikationsinfrastruktur steigen. Es ist jedoch unklar, ob das BIP aufgrund der Investitionen in Infrastruktur steigt, oder ob die Investitionen in Infrastruktur aufgrund des höheren BIPs steigen. Es wird deshalb von einem Endogenitätsproblem aufgrund von Simultanität oder Rückwärtskausalität ausgegangen (Kapitel 2.2). Um unverzerrte kausale Effekte der Investitionen zu schätzen, werden in beiden Studien IV-Verfahren verwendet (Kapitel 2.3).

3.1.1 Telekommunikationsinfrastruktur und Wirtschaftswachstum

Röller und Waverman (2001) untersuchen in ihrer einflussreichen Studie, inwieweit Investitionen in die Telekommunikationsinfrastruktur das Wirtschaftswachstum einer Volkswirtschaft beeinflussen.

Dafür nutzen sie einen Panel-Datensatz, der Beobachtungen aus 21 Mitgliedsländern der OECD über den Zeitraum von 1970 bis 1990 erfasst. Die Daten stammen aus der Datenbank von Summers und Heston (1991) sowie der OECD. Die gesammelten Daten umfassen dabei zum einen länderspezifische ökonomische Variablen, wie zum Beispiel das BIP, die Einwohnerzahl, die Arbeitslosenquote oder die Brutto-Inlandsinvestitionen. Zum anderen wurden Daten zur Entwicklung der Telekommunikation in

den betrachteten Ländern aufgenommen. Hierzu zählen zum Beispiel die Anzahl der Festnetzanschlüsse, der Ertrag aus Telefondienstleistungen und auch die Investitionen in die Telekommunikation.

Die Autoren argumentieren, dass sich Telekommunikationsinvestitionen auf das Wirtschaftswachstum auswirken können, aber das Wirtschaftswachstum auch auf die Nachfrage von Telekommunikationsdiensten wirkt. Da zunehmende wirtschaftliche Aktivität höchstwahrscheinlich auch zu steigendem Kommunikationsbedarf führt, müssen Investitionen in Telekommunikationsinfrastruktur geleistet werden, um der Nachfrage gerecht zu werden. Um diese Rückwärtskausalität (Kapitel 2.2) zu berücksichtigen, verwenden die Autoren ein simultanes Modell für Telekommunikationsinvestitionen und Wirtschaftswachstum. Hierfür erklären sie die getätigten Investitionen in Telekommunikationsinfrastruktur als Output-Variable ihres strukturellen Modells auf Basis einer entsprechenden Nachfrage und Angebotskurve für Telekommunikationsinfrastruktur. Die Nachfrage wird gemessen in der Penetrationsrate von Festnetzanschlüssen und der potentiellen Nachfrage als relativen Anteil an Kunden, die auf einen Festnetzanschluss warten. Sie ist beschrieben als eine Funktion abhängig vom Preis für TK-Dienstleistungen und dem BIP pro Kopf. Die Angebotsfunktion ist in Form von TK-Investitionen formuliert und hängt wiederum vom Preis für TK-Dienstleistungen sowie anderer exogener erklärender Variablen ab. Eine zusätzliche Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen der Veränderung des Bestandes an TK-Infrastruktur und der Investitionen in diese. Diese drei Gleichungen sind in der Lage, die Investitionen in Infrastruktur aus dem Strukturmodell heraus zu schätzen und filtern so die Endogenität durch Rückwärtskausalität heraus.

Zusammen mit einer makroökonomischen Produktionsfunktion, die das Wirtschaftswachstum (BIP) als eine Funktion des realen Kapitalstocks an Telekommunikationskapital, der Menge an Humankapital, des Bestands an TK-Infrastruktur sowie einem exogenen Zeittrend erklärt, kann der kausale Effekt unverzerrt und simultan durch ein GMM-Verfahren[15] geschätzt werden.

Als Ergebnisse erhalten Röller und Waverman, dass bei einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 1,96 Prozent in den OECD-Ländern etwa ein Drittel des Wachstums auf die Telekommunikation zurückzuführen ist. Indem zusätzliche Dummy-Variablen für das nationale Niveau der Telekommunikationsinfrastruktur aufgenommen wurden, konnten die Autoren aufzeigen, dass aufgrund

[15] Mit der generalisierten Momenten-Methode (GMM) lassen sich Parameter (hier die kausalen Effekte) eines zugrundeliegenden Modells schätzen. In diesem Fall die Parameter der vier Modellgleichungen zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen dem BIP und den TK-Investitionen. Die Effektparameter werden dabei so geschätzt, dass die theoretischen Momente des Modells und die empirischen Momente der beobachteten Daten möglichst übereinstimmen. Sie ist vergleichbar mit einer simultanen, multiplen Regressionsschätzung.

von Netzwerkexternalitäten diesbezüglich eine kritische Schwelle existiert.[16] Diese entspricht einer 40-prozentigen Durchdringungsquote, gemessen an Telefonanschlüssen pro Kopf. Ein Ausbau der Telekommunikationsinfrastruktur in OECD-Ländern führte somit zu größeren Wachstumseffekten als in nicht OECD-Ländern, da hier der Bestand an Telekommunikationsinfrastruktur meist noch sehr rudimentär war. Ursächlich hierfür war, dass eine 40-prozentige Durchdringungsquote fast alle OECD-Länder miteinschloss, wohingegen die durchschnittliche Quote in nicht OECD-Ländern bei nur 4 Prozent lag.

3.1.2 Breitband-Infrastruktur und Wirtschaftswachstum

In einer weiteren Studie wird die Analyse der Wachstumseffekte von Telekommunikationsinfrastruktur wesentlich verfeinert. Czernich et al. (2011) messen in dieser Studie den Einfluss speziell von Breitband-Infrastruktur auf das Wirtschaftswachstum von OECD-Staaten und tragen damit neueren Entwicklungen in der Telekommunikationstechnik Rechnung.

Die Autoren nutzen zur Messung der traditionellen Telekommunikation und der Kabelnetzwerke Daten der International Telecommunications Union (ITU). Die Daten zur Breitbandpenetration wurden vom OECD Breitband Portal bezogen. Der Beobachtungszeitraum erstreckt sich von 1996 bis 2007, da fast alle untersuchten Länder Breitband zwischen 1999 und 2000 einführten. Für die Analyse wurden jährliche Panel-Daten von 25 OECD-Ländern verwendet.

Sowohl das Jahr der Breitbandeinführung als auch die Breitbandverbreitung hängen mit der ökonomischen Entwicklung eines Landes zusammen. Hinzu kommt, dass staatliche Interventionen in den Telekommunikationssektor ebenfalls mit dem Entwicklungsstand einer Volkswirtschaft zusammenhängen. Durch diese Rückwärtskausalität (Kapitel 2.2) mit der Entwicklung einer Volkswirtschaft ist die Breitbandpenetration nicht mehr als exogene erklärende Variable in der Regression zu betrachten.

Aus diesen Gründen verwenden Czernich et al. (2011) einen Instrumentvariablenansatz (Kapitel 2.3) und machen sich zunutze, dass ein Zugang zu vorherrschenden Infrastrukturelementen notwendig ist, der nicht für die Bereitstellung von Breitband gebaut wurde. In der ersten Stufe des 2SLS-Schätzmodells erklären die Autoren die Breitbandpenetration im Rahmen eines Diffusions-Modells durch die Instrumente der bereits existierenden Festnetz- und Kabelnetzinfrastruktur. Es ist davon auszugehen, dass diese zwar mit der Breitbandpenetration korreliert sind (Relevanz), jedoch nicht mehr auf das

[16] Zu Netzwerkexternalitäten vgl. Shy (2001): 3-4.

Wirtschaftswachstum direkt einwirken (Exogenität), da nachfrageseitige Effekte aufgrund von Unterschieden in Wohlstand, Wachstum oder Politik ausgeschlossen werden können (Kapitel 2.3). Die Schätzung des Diffusions-Modells auf der ersten Stufe liefert nun exogene Werte der Breitrandpenetration (B_{it}) als Anteil der maximalen Ausbreitung des Breitbandnetzwerks (γ_i) bestimmt durch die bereits existierende Netzinfrastruktur. Die folgende Diffusionsgleichung beschreibt den analytisch zugrundeliegenden Zusammenhang in der ersten Stufe des 2SLS-Verfahrens:

$$B_{it} = \frac{\gamma_i}{1 + \exp(-\beta(t - \lambda))}$$

Neben den Parametern für die Breitbandpenetration (B_{it}), die maximale Ausbreitung/Sättigungslevel der Volkswirtschaft (γ_i) drückt (β) die Diffusionsgeschwindigkeit und (λ) den Fortschritt der Ausbreitung aus (siehe auch Kapitel 3.4 für eine ausführlichere Betrachtung von Diffusionsmodellen in der empirischen Telekommunikationsökonomik). Üblicherweise wird der exakten funktionalen Form der ersten Stufe eines 2SLS-Verfahrens keine große Bedeutung beigemessen, da Angrist (1991) und (2001) gezeigt hat, dass auch bei funktionaler Fehlspezifikation der ersten Stufe konsistente Parameterschätzungen möglich sind. Hier liegt einer der seltenen Fälle vor, in dem davon abgewichen wird, da aus der Literatur bekannt ist, dass die Entwicklung der Penetration von Telekommunikationsdienstleistungen und -infrastruktur in der Regel einen nicht-linearen, S-förmigen Verlauf aufweist, der anhand der obigen Diffusionsgleichung beschrieben wird (vgl. dazu Gruber, 2005, Kapitel 3 und 4). Aus diesen Gründen ist die nicht-lineare Ausgestaltung in der ersten Stufe hier sinnvoll.

Mit den geschätzten Werten der exogenen Breitband-Penetrationsrate aus der ersten Stufe wird im Anschluss der Effekt der Breitbandinfrastruktur auf das Wirtschaftswachstum in der zweiten Stufe bestimmt. Die Regressionsgleichung beruht auf einer einfachen makroökonomischen Wachstumsfunktion mit konstanten Skalenerträgen. Das Wachstum des BIP pro Kopf wird durch die Inputfaktoren physisches Kapital, Humankapital und die Wachstumsrate der Beschäftigung bestimmt. Hinzu kommen das ursprüngliche BIP pro Kopf im Jahr vor der Einführung von Breitbandzugängen, die Anzahl an Jahren seit Breitbandeinführung im jeweiligen Land sowie der Störterm. Zusätzlich werden die geschätzten Werte aus der ersten Stufe für die Breitband-Penetrationsrate als erklärende Variable verwendet.

Alle Regressionsergebnisse zeigen einen positiven und signifikanten Effekt der Breitbandeinführung auf das BIP. Die Ergebnisse der Wachstumsregression, in der die Breitband-Penetration ein Faktor des BIP-Wachstums pro Kopf darstellt, zeigen, dass die Erhöhung der Breitband-Penetration um 10 Prozentpunkte das jährliche BIP pro Kopf um 0,9 -1,5 Prozentpunkte anhebt.

In weiteren Variation des Modells wir in der zweiten Stufe ein DvD-Ansatz (Kapitel 2.4) verwendet um den Wachstumseffekt der Breitbandeinführung zu messen. Es zeigt sich ein positiver und signifikanter Einfluss auf das BIP pro Kopf zwischen 2,7 Prozent und 3,9 Prozent, wenn für Länder- und Jahreseffekte kontrolliert wird.

3.2 Zugangsregulierung und Investitionen

Die Netzzugangsregulierung stellt einen wichtigen Baustein zur Stimulierung des Wettbewerbs auf Telekommunikationsmärkten dar und wurde infolgedessen intensiv in ihrer Wirkung untersucht. Die folgenden Abschnitte befassen sich daher mit den Auswirkungen der Zugangsregulierung auf das Investitionsniveau der Telekommunikationsunternehmen. Diese Fragestellung ist von besonderem Interesse, da a priori nicht klar ist, wie sich etablierte Anbieter als auch ihre Konkurrenten in ihren Investitionsentscheidungen auf diese Form der Regulierung einstellen werden (vgl. Greenstein et al., 1995 sowie Vogelsang, 2010a). Der etablierte Anbieter könnte beispielsweise seine Infrastruktur teilweise entwertet sehen, da er diese nach geleisteter Investition nicht exklusiv nutzen darf und deshalb ex ante weniger investieren wird. Andererseits besteht die Möglichkeit, dass vor allem Wettbewerber mehr in Infrastruktur investieren, da ihnen durch die Zugangsregulierung neue Geschäftsmodelle ermöglicht werden. Ihre Investitionsanreize könnten hingegen auch negativ beeinflusst werden, da bereits eine funktionierende Infrastruktur für ihre Dienste zur Verfügung steht. Der Effekt einer Zugangsregulierung auf die Investitionsanreize scheint daher vielschichtig. Diese Fragen wurden extensiv in der ökonomischen Literatur thematisiert und untersucht.

Grundsätzlich ist auch in diesem Zusammenhang von einer simultanen Beeinflussung und somit Endogenität der Variablen Investitionen in TK-Infrastruktur sowie der Regulierungsintensität/-wahrscheinlichkeit auszugehen. Offensichtlich spielt das regulatorische Umfeld eine Rolle in den Investitionsentscheidungen der Netzbetreiber, auf der anderen Seite wird die Regulierungsbehörde ihre Regulierungsentscheidung auch ein Stück weit anhand des im Markt beobachteten Investitionsniveaus bzw. Produktivitätsniveaus treffen. Es besteht somit auch hier eine Rückwärtskausalität (Kapitel 2.2) zwischen Zielvariable und erklärender Variable. Zu Grunde liegt hier das theorieökonomische Konzept des Selbstverpflichtungsproblems (“egulatory hold-up problem“). Der Netzbetreiber muss seine Investitionsentscheidung unter Unsicherheit über die nachfolgende Möglichkeit von Zugangsregulierung treffen. Auch wenn die Regulierungsbehörde ex-ante signalisiert, dass sie nicht regulierend tätig wird, so hat sie doch ex-post, nach geleisteter Investition, einen Anreiz dies zu tun, um die soziale Wohlfahrt zu

maximieren. Dieses Selbstverpflichtungsproblem des Regulierers wird vor der Investitionsentscheidung vom Netzbetreiber antizipiert und er investiert hierdurch weniger als sozial optimal wäre.[17]

Da Zugangsregulierung etablierte Anbieter und deren Wettbewerber unterschiedlich betrifft, ist eine Analyse auf Basis disaggregierter Daten nötig, um die kausalen Effekte dediziert zu erfassen. Die nachfolgenden Forschungsbeiträge tragen diesem Anspruch Rechnung und sind in der Lage, mit ihrer empirischen Strategie oben beschriebenes Endogenitätsproblem zu lösen.

3.2.1 Endogenität von Regulierung und Produktivität

Politische und regulatorische Entscheidungen werden nie frei von Marktgegebenheiten getroffen. Dennoch modellieren viele empirische Studien Regulierungsentscheidungen als exogenen Faktor, mit Folgen für hierdurch systematisch verzerrt geschätzte kausale Effekte. Die Regulierungsvariable kann somit, wie in Abbildung 1 skizziert, mit dem Störterm korreliert sein. In diesem Fall enthält sie somit einen endogenen und einen exogenen Teil. Diese beiden Teile müssen voneinander getrennt werden, um den tatsächlichen Effekt der Regulierung auf ausgewählte Performance-Variablen (in diesem Fall die Produktivität) zu messen.

Duso und Röller (2003) greifen dieses Problem auf und untersuchen in ihrer empirischen Studie zum einen den Wettbewerbseffekt, den eine Deregulierungsentscheidung im Mobilfunk auf das Produktivitätsniveau hat, zum anderen schätzen sie den Selektionseffekt, der von Marktparametern wie der Produktivität ausgeht und die Deregulierungsentscheidung beeinflusst. Die Deregulierungsentscheidung modellieren die Autoren mit einer Zählvariablen, die die Anzahl an Mobilfunknetzbetreibern, also die Marktfragmentierung, im jeweiligen nationalen Mobilfunkmarkt abbildet. Sie ist folglich als Eintrittswahrscheinlichkeit einer deregulierend wirkenden Politikmaßnahme zu werten. Als Kernergebnis der Studie formulieren die Autoren die Berücksichtigung des Selektionseffekts, der das Endogenitätsproblem löst und aufzeigt, dass die Verzerrung des Wettbewerbseffekts durch Nichtberücksichtigung von Einflussfaktoren der Deregulierungsentscheidung (Selektionseffekt) bis zu 40% beträgt. Es kommt hierdurch zu einer gänzlich anderen Politik-Schlussfolgerung in den betrachteten OECD-Ländern als ohne Berücksichtigung des Selektionseffekts.

Die empirische Methode der Autoren besteht hierbei aus einem simultanen Gleichungssystem aus zwei Gleichungen, das die Deregulierungsentscheidung als endogen betrachtet. Die Politik-Gleichung erklärt die Deregulierungsentscheidung (s) als Funktion von politischen-, regulatorischen Institutionen,

[17] Siehe Tirole (1986).

der grundsätzlichen politischen Ideologie sowie dem Produktivitätsniveau (q) im Mobilfunkmarkt. Der Selektionseffekt wird hierbei in nachfolgender Gleichung als kausaler Effekt der Variable des Produktivitätsniveaus (q) geschätzt.

$$s = f(politische\ Institutionen, regulatorische\ Institutionen, Ideologie, q) + \varepsilon.$$

Die zweite Gleichung, die Markt-Gleichung, erklärt das Produktivitätsniveau (q) als Funktion der Marktnachfrage nach Mobilfunkdienstleistungen, ihren Bereitstellungskosten, der Markstruktur abseits der Anzahl der Marktteilnehmer sowie der Deregulierungsentscheidung (s). Der Wettbewerbseffekt wird dann als kausaler Effekt der Deregulierungsentscheidung (s) in folgender Gleichung geschätzt.

$$q = g(Nachfrage, Kosten, Marktstruktur, s) + v.$$

Da in beiden Gleichungen Endogenität angenommen wird, werden entsprechende Instrumentvariablen (Kapitel 2.3) eingesetzt, die aus der Literatur abgeleitet werden.

In der Markt-Gleichung werden die folgenden Variablen als exogene Variablen hinzugenommen, um nach Nachfrage- und Kosten-Konditionen zu berücksichtigen: BIP, Einwohnerzahl, Investition pro Mitarbeiter, Gehaltskosten pro Mitarbeiter und ein Zeittrend.

In der Politik-Gleichung werden die folgenden Informationen zu verschiedenen politischen und institutionellen Faktoren der OECD-Länder als Instrumente genutzt: Wahlsystem (Mehrheits- oder Verhältniswahlrecht), politisches System (parlamentarisch oder präsidial) sowie Koalitions- oder Einparteienregierung. Ein zweites Instrumentenset besteht aus dem Unabhängigkeitsgrad von Behörden und der Stärke von Weisungsbefugnissen.

Die für die Studie verwendeten Daten wurden von der OECD International Regulation Database bezogen, die Marktinformationen über die Mobilfunkindustrie in 24 Ländern für die Jahre 1993 bis 1997 beinhaltet. Die OECD-Datenbank liefert weitere Informationen über die Rechenschaftspflicht der Regulierungsbehörde („Report-Duty“ an Gesetzgeber oder relevantes Ministerium: Ja/Nein), die Unabhängigkeit der Behörde (kann die Entscheidung der Behörde von einem anderen Organ aufgehoben werden oder nicht) und die generelle Ideologie der Regierung (politische Position der Regierung, Position der Regierung bezüglich Regulierung). Da Institutionen eher als langlebig gesehen werden, werden diese als starke Instrumente erachtet.

Die Autoren schätzen zunächst eine Markt-Gleichung mit der KQ-Methode, um den so verzerrt geschätzten Koeffizienten des Wettbewerbseffekts mit den kausalen Ergebnissen der simultanen Schätzung des Gleichungssystems mittels der GMM-Methode vergleichen zu können.[18] Hier zeigt sich, dass der Einfluss der Deregulierungsentscheidung positiv und statistisch signifikant ist. Dies bedeutet anhand der Definition der Deregulierungsvariablen, dass Deregulierung in Form von Markteintritten bzw. einer erhöhten Marktfragmentierung produktivitätsfördernd wirkt.

Die Schätzergebnisse des simultanen Gleichungssystems, in welcher die Instrumente verwendet werden, zeigen, dass der Selektionseffekt ebenfalls signifikant und positiv ist. Das Produktivitätsniveau hat somit einen positiven Einfluss auf die Deregulierungsentscheidung, d.h. produktivere Märkte werden eher dereguliert. Auch der Wettbewerbseffekt wird signifikant geschätzt, d.h. auch die Deregulierungsentscheidung wirkt positiv auf die Produktivität. Der Effekt ist jedoch betragsmäßig geringer als in der endogenen KQ-Schätzung. Eine Fehlspezifikation hinsichtlich der Nicht-berücksichtigung des Selektionseffekts führt somit zu einer Überschätzung des von einer Deregulierungsentscheidung ausgehenden Wettbewerbseffekts. Diese durch Endogenität verursachte Verzerrung beträgt fast 40 Prozent.

Der Forschungsbeitrag von Duso und Röller (2003) zeigt deutlich die weitreichenden Folgen der Missachtung der Endogenität von Politik- und Regulierungsentscheidungen auf. Effekte solcher Maßnahmen auf Marktindikatoren werden dann nur noch verzerrt geschätzt. Die Endogenität von Regulierungsentscheidungen ist hierbei keineswegs exklusiv für die betrachteten Mobilfunkmärkte, sondern ist grundsätzlicher Natur. Mit vergleichsweise geringem ökonometrischen Mehraufwand in der Spezifikation des Gleichungssystems und geeigneten Instrumentvariablen, kann für diese Verzerrung kontrolliert und Politikmaßnahmen können evaluiert werden. Es sollte jedoch angemerkt werden, dass es sich bei dem vorliegenden Beitrag um einen Kurzbeitrag handelt. Für eine fundierte Analyse spezieller Regulierungsmaßnahmen in der Praxis, sollte die empirische Zielvariable der Deregulierung jedoch präziser definiert werden und die Markt-Gleichung durch einen mehr strukturellen Ansatz, wie ein Nachfrage- und Angebotsmodell unterfüttert werden (vgl. Kapitel 3.1.1).

3.2.2 Investitionsanreize von Telekommunikationsanbietern

Grajek und Röller (2012) untersuchen empirisch den Trade-off zwischen Regulierung und Investitionen der Unternehmen in der Telekommunikationsbranche und unterscheiden in ihrer Analyse explizit die Anreizwirkungen auf die Investitionsentscheidungen etablierter Anbieter und neuer Wettbewerber.

[18] Siehe Fußnote 16 für Erklärung der GMM-Methode.

Dazu nutzen sie Daten von 70 Festnetzanbietern in 20 EU-Mitgliedsstaaten zwischen 1997 und 2006. Grundlage der Untersuchung sind Rechnungslegungsdaten auf Unternehmens-Level, um den Bestand an Infrastruktur zu berechnen, die aus der Amadeus-Datenbank bezogen und durch Daten aus der Osiris-Datenbank ergänzt wurden. Die Osiris-Datenbank ist eine vom Bureau van Dijk angebotene, kostenpflichte Unternehmensdatenbank, welche detaillierte Informationen zu Börsenunternehmen und wichtigen nicht- oder ehemals-börsennotierten Gesellschaften weltweit enthält. Um die Zugangsregulierungsintensität zu berechnen, wurde die Datenbank von Plaut-Economics (Zenhäusern et al. 2007) verwendet. Zusätzlich wurden Daten aus der World Development Indicators-Datenbank der Weltbank für Werte des BIP und der Manifesto Project-Datenbank für politische Variablen verwendet.

Die Autoren analysieren den Effekt von Regulierung in einem Modell bestehend aus einem Regulierer, einem Incumbent und mehreren neuen Wettbewerbern. Die Gleichungen für die einzelnen Teilnehmer sind wie folgt spezifiziert.

Die Veränderung der Regulierungsintensität in einem Land in einem Jahr ist abhängig von der Infrastruktur des Incumbents, die Summe der Infrastruktur der Wettbewerber und der Regulierungsintensität des Vorjahres. Zusätzlich werden in jeder der drei Gleichungen weitere gleichungsspezifische Kontrollvariablen eingebunden sowie für gemeinsame länder- und zeitspezifische Effekte kontrolliert. Die funktionale Identifikation ermöglicht also zu untersuchen, ob der Regulierer verschieden stark auf die Investitionsentscheidungen des Incumbents und der Wettbewerber reagiert.

Das Investitionsniveau des Incumbents wird durch die Regulierungsintensität, die Summe der Investitionen der neuen Wettbewerber, dem Bestand an Infrastruktur des Incumbents im Vorjahr sowie weiterer Kontrollvariablen bestimmt. Hier gibt der geschätzte kausale Effekt durch Investitionen der Wettbewerber Aufschluss darüber, ob es sich bei Investitionen beider Unternehmensarten um Substitute oder eine komplementäre Beziehung handelt.

Die Summe der Investitionen von neuen Wettbewerbern ist gegeben durch den Bestand an Infrastruktur aller Wettbewerber im Vorjahr, die Infrastruktur des Incumbents, die Regulierungsintensität und weitere Kontrollvariablen.

Da die Regulierungsintensität und Investitionen des Incumbents einander bedingen, führt die Schätzung der Kausaleffekte mit Hilfe einer KQ-Regression zu verzerrten Ergebnissen. Um diese Verzerrung zu vermeiden, benutzen die Autoren einen Instrumentvariablenansatz (Kapitel 2.3) in einem dynamischen Modell. Sie verwenden als Instrumente für die Regulierung politische und geografische Faktoren sowie Werte der abhängigen Variablen aus der Vorperiode.

Als geografisches Instrument wird das durchschnittliche Niveau der Zugangsregulierung in benachbarten Staaten verwendet, wobei benachbart bedeutet, dass ein Land zur selben Kohorte gehört (EU15 oder EU12), um zeitliche Unterschiede in der Einführung regulatorischer Maßnahmen auf Basis der EU-Richtlinien zu berücksichtigen. Für politische Instrumente werden Variablen basierend auf dem Parteiprogramm der regierenden Parteien genutzt. Konkret wird die politische Position (im Sinne von "Links" oder "Rechts"), die Einstellung gegenüber Marktregulierung und Staatseingriffen in Märkten sowie die Einstellung gegenüber der europäischen Integration der regierenden Partei verwendet.

Dabei wird erwartet, dass Regierungen, die der europäischen Integration und Marktregulierung positiver gegenüberstehen, eher geneigt sind, eine Zugangsregulierung einzuführen. Weiter wird angenommen, dass die Regulierung zunimmt, wenn die Regulierung von Ländern in der gleichen Kohorte verstärkt wird. Dies spiegelt den Einfluss europäischen Rechts auf die nationale Gesetzgebung wider.

Wenn für Endogenität kontrolliert wird, identifizieren die Autoren das Selbstverpflichtungsproblem des Regulierers (siehe S.21) nur für Incumbents, da dessen Infrastruktur am ehesten von Zugangsregulierung betroffen sein wird. Die Höhe der Infrastrukturinvestitionen von Wettbewerbern hat zumindest kurz- bis mittelfristig keinen Einfluss auf die Regulierungsintensität. Hinsichtlich des wettbewerblichen Effekts der Regulierungsintensität kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass deren Erhöhung einen negativen Einfluss auf das Investitionsniveau des etablierten Anbieters, jedoch positiv auf die Summe der Infrastrukturinvestitionen der Wettbewerber wirkt.

Als Nebenergebnis stellt die Studie fest, dass Investitionen seitens der Wettbewerber und des Incumbents in einer komplementären Beziehung stehen. Eine Erhöhung der kumulierten Investitionen der Wettbewerber wirkt somit positiv auf das Investitionsniveau des Incumbents, die beiden Faktoren sind also strategische Komplemente. Dieser Effekt wirkt den negativen Investitionsanreizen durch die Zugangsregulierung entgegen, kann diesen aber nur teilweise kompensieren.

In zusätzlichen Varianten wird das Investitionsniveau der Wettbewerber nicht aggregiert, sondern individuell abgebildet. Dies ermöglicht die Schätzung von Wettbewerbswirkungen der Zugangsregulierung auf einzelne Markteintritte. Für das einzelne dem Markt beitretende Unternehmen wirkt die Zugangsregulierung hemmend auf die individuellen Investitionsanreize, da bereits eine Infrastruktur (die des Incumbents) zur Verfügung steht, die von den Wettbewerbern mitgenutzt werden kann. Die Autoren schließen aus diesem Unterschied, dass eine den Zugang erleichternde Zugangsregulierung neue Wettbewerber in einen Dienstleistungswettbewerb führt und sie davon abhält, selbst zu investieren und in den Infrastrukturwettbewerb einzutreten. Zusätzlich führen Investitionen des etablierten Anbieters zu einer Senkung des Investitionsniveaus einzelner dem Markt beigetretenen Wettbewerber.

Somit zeigen sich deutliche Unterschiede in der Wirkung der Netzzugangsregulierung auf die regulatorischen Ziele des Infrastruktur- und Dienstleistungswettbewerbs.

Kritisch anzumerken ist sicherlich, dass die Ergebnisse der Studie wesentlich von der Definition sowie Berechnung der Investitionsvariablen, welche auf dem Sachanlagevermögen der jeweiligen Unternehmen basiert, abhängen. Die exakte Vorgehensweise der Autoren bezüglich der Ermittlung des Sachanlagevermögens aus den Amadeus-Daten erschließt sich dem Leser leider nicht.

3.3 Substitutionseffekte auf dem Telekommunikationsmarkt

Regulierungsmaßnahmen wie die Zugangsregulierung haben das Ziel, monopolistische Bottlenecks aufzubrechen und so Endkundenwettbewerb auf nachgelagerten Märkten zu ermöglichen. Wie sich der nachgelagerte Dienstleistungswettbewerb entwickelt, hängt somit auch essenziell vom Verbraucherverhalten ab. Hierzu gehören auch die Substitutionsbeziehungen verschiedener Dienste unterschiedlicher Netzinfrastrukturen, insbesondere Festnetz- und Mobilfunkdienstleistungen.

Seit Anfang der 2000er Jahre hat die Kundenzahl im Bereich des Mobilfunks die Kundenzahl im Bereich des Festnetzes überholt. Parallel zu dieser Entwicklung ist auch das Sprachverkehrs-Volumen im Mobilfunknetz gestiegen, im Festnetzbereich hingegen ist es kontinuierlich gesunken (Barth und Heimeshoff, 2014a). Diese Entwicklungen haben die Frage aufgeworfen, ob Festnetz und Mobilfunk immer noch als Komplemente betrachtet werden sollten oder doch vielmehr als Substitute. Es wird daher untersucht, ob ein kausaler Effekt vorliegt, im dem Sinne, dass einzelne Kommunikationsarten im Telekommunikationssektor andere substituieren, also den Rückgang einer anderen Kommunikationsart verursachen. Nachfrageänderungen auf Grund von Änderungen des Preises werden in der ökonometrischen Literatur in Elastizitäten gemessen.

Da zwischen der Nachfrage nach Telekommunikationsdienstleistungen und deren Endkundenpreisen eine wechselseitige Abhängigkeit besteht, müssen Methoden gewählt werden, die diese Rückwärtskausalität (Kapitel 2.2) berücksichtigen. Einen Überblick über die umfangreiche Literatur, inklusive der hier vorgestellten Forschungsbeiträge, zur Substitution zwischen Festnetz und Mobilfunk findet sich in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** im Anhang dieser Studie.

Box 3-3
Preiselastizitäten

Was drücken Preiselastizitäten aus?

(Preis-)Elastizitäten drücken die prozentuale Änderungsintensität einer Variablen, hier die Nachfrage nach Telekommunikationsdienstleistungen, aus, die durch eine Änderung einer anderen Variablen, hier der entsprechende Preis, bedingt wird. Bei entsprechenden logarithmischen Skalierung der Preise und der Nachfrage in einer Regressionsgleichung kann der geschätzte kausale Effekt des Preises direkt als Elastizität interpretiert werden. Wesentlich zur Evaluation des Verbraucherverhaltens sind zum einen Eigen-Preiselastizitäten sowie Kreuz-Preiselastizitäten.

- Eigen-Preiselastizitäten: Hier wird die Nachfrageänderung im Verhältnis zur Veränderung des eigenen Preises gemessen. Grundsätzlich, bis auf Sonderfälle, sind Eigen-Preiselastizitäten negativ, da eine Preiserhöhung für eine Endkundendienstleistung mit einem Nachfragerückgang nach dieser einhergeht.
- Kreuz-Preiselastizitäten: Hier wird die Nachfrageänderung im Verhältnis zur Veränderung des Preises eines anderen Gutes oder Dienstleistung gemessen. Das Vorzeichen der Kreuz-Preiselastizität gibt Auskunft, ob die beiden betrachteten Güter strategische Komplemente oder Substitute sind. Eine negative Kreuz-Preiselastizität weist auf Komplemente hin, eine positive auf Substitute. Wenn die Kreuzpreiselastizität der Festnetznachfrage positiv geschätzt wird, wirkt eine Preisreduktion von Mobilfunkdienstleistungen hemmend negativ auf die Festnetznachfrage. Es besteht somit eine Festnetz-Mobilfunk Substitution.

3.3.1 Substitution zwischen Festnetztelefonie und Mobilfunktelefonie auf Vertragsebene

Barth und Heimeshoff (2014b) untersuchen empirisch den Substitutionseffekt zwischen Festnetztelefonie und Mobilfunktelefonie anhand von Vertragszahlen.

In einer ersten Studie untersuchen die Autoren den Effekt der Preise auf die Anzahl der Verträge im Festnetzbereich und die Kundenzahl im Mobilfunkbereich. Dazu verwenden die Autoren einen Datensatz, der Daten aller 27 EU-Länder von 2003 bis einschließlich 2009 beinhaltet. Als Hauptquellen für die Daten fungieren die Teligen Reports on Telecoms Price Developments, die World Developments Indicators (WDI) und die ITU World Telecommunications Indicators Database. Für Mobilfunkentgelte wurden Daten von BEREC's MTR Snapshot verwendet. Daten über demographische Entwicklungen wurden von der OECD bereitgestellt.

Die Anzahl an Festnetzteilnehmern bzw. die Anzahl an Mobilfunkteilnehmern (Pre-Paid-Kunden und Post-Paid-Kunden) werden jeweils durch den durchschnittlichen Preis für ein Mobilfunkgespräch, den durchschnittlichen Preis für ein Festnetzgespräch und zusätzlichen erklärenden Variablen wie BIP, Bevölkerungsgröße, Festnetz-Internet-Verträge, Prepaid-Kunden und Anteil an städtischer Bevölkerung erklärt. Da es sich um dynamische Modelle handelt und aus der ökonometrischen Literatur bekannt ist, dass das heutige Verbraucherverhalten sich an dem der Vorperiode orientiert, inkludieren die Autoren in beiden Gleichungen die Vertragszahlen der Vorperiode.

Die wechselseitigen Preiseffekte werden mithilfe eines simultanen GMM-Verfahrens geschätzt anhand der von Arellano und Bond (1991) vorgeschlagenen Methode (vgl. für eine ausführlichere Darstellung auch Arellano, 2003)[19]. Da die Preise für Mobilfunk und Festnetzgespräche von Endogenität betroffen sind, werden sie durch geeignete IV ersetzt. Das Terminierungsentgelt der aktuellen Periode als auch das Terminierungsentgelt der Vorperiode stellen hinsichtlich ihrer Relevanz und Exogenität geeignete Instrumente dar (Kapitel 2.3). Terminierungsentgelte sind ein wichtiger Kostenfaktor der Mobilfunkbetreiber, die speziell bei Off-Net-Anrufen entstehen. Diese Entgelte werden von der Regulierungsbehörde zu einem früheren Zeitpunkt für die Dauer der gesamten Regulierungsperiode festgelegt und bleiben in diesem Zeitraum unverändert, weshalb sie als exogen angesehen werden können.

Die geschätzte Kreuzpreiselastizität der Nachfrage nach Festnetzdiensten spricht für einen Substitutionseffekt zwischen Mobilfunk- und Festnetzdiensten in ganz Europa. Sinkt somit der Preis für einen Mobilfunkanschluss hat dies einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Vertragskunden und somit die Nachfrage im Festnetz. Die Substitutionsbeziehung liegt jedoch nur in eine Richtung vor. Sinkt der Preis für Festnetzdienste führt dies nicht zwangsläufig zu einem Nachfragerückgang für Mobilfunkanschlüsse. Die Mobilität, die Mobilfunkdienstleistungen zu eigen ist, kann nur teilweise durch Dienste basierend auf Festnetzinfrastruktur ersetzt werden. Dieses Resultat deckt sich mit früheren Forschungsergebnissen anderer Studien.

3.3.2 Substitution zwischen Festnetztelefonie und Mobilfunktelefonie auf Nutzungsebene

In einer weiteren Studie untersuchen Barth und Heimeshoff (2014a) empirisch den Einfluss der Preise im Mobilfunk- und Festnetzbereich auf das Sprachverkehrs-Volumen im Festnetzbereich und erweitern die Analyse somit von der Vertragsebene auf die Ebene der Nutzungsintensität.

[19] Siehe Fußnote 16 für Erklärung der GMM-Methode.

Die Autoren verwenden in ihrer Untersuchung Quartalsdaten von 16 großen westeuropäischen Ländern. Ihr Datensatz umfasst dabei das Sprachverkehrs-Volumen im Festnetzbereich für die Jahre 2004 bis einschließlich Mitte 2010. Sie inkludieren die Telekommunikationsmatrizen von Analysys Mason für Daten über den abgehenden nationalen Festnetzverkehr, den Preisen und der Anzahl an Prepaid-Kunden. Informationen über Penetrationsraten und das BIP wurden von Merill Lynch's Wireless and Wireline Matrices bezogen. Daten über Kunden, die ausschließlich Mobilfunk nutzen, stammen aus „Eurobarometer: E-Communications Household Surveys". Daten über Festnetzentgelte für Festnetz-zu-Mobil und Festnetz-zu-Festnetz wurden aus den “Progress Reports on the Single European Electronic Communication Market" von der Directorate-General Information Society der EU-Kommission bezogen. Für Mobilfunkentgelte wurden Daten von BEREC's MTR Snapshot verwendet. Daten über demographische Entwicklungen wurden von der OECD bereitgestellt.

Durch ein simultanes GMM-Verfahren werden kurz- und langfristige Elastizitäten geschätzt.[20] Die in Verbindung mit Endogenität entstehenden Probleme werden mithilfe eines IV-Ansatzes behoben (Kapitel 2.3). Konkret werden die Penetrationsrate, die Preise aus der Vorperiode und die Verbindungspreise instrumentiert. Als Instrumente werden verzögerte Differenzen der Variablen selbst sowie Mobilfunkterminierungsentgelte verwendet. Terminierungsentgelte sind ein wichtiger Kostenbestandteil von Mobilfunkpreisen. Regulierungsbehörden orientieren sich bei der Festlegung von Terminierungsentgelten natürlich an den realen Marktgegebenheiten, da Entgelte aber in der Regel über eine längere Regulierungsperiode Gültigkeit behalten, kann von deren Exogenität ausgegangen werden, welches zusätzlich durch Exogenitäts-Tests im Papier bestätigt wird.

Die vorliegenden Eigen- und Kreuz-Preiselastizitäten sprechen für einen Substitutionseffekt durch Mobilfunkdienstleistungen auch auf Nutzungsebene. Die Eigen-Preiselastizität ist in der kurz- und langfristigen Betrachtung negativ, da ein Anstieg der Preise im Festnetzbereich zu einer Reduzierung des Sprachverkehrs-Volumens führt. Die Kreuz-Preiselastizität wird positiv geschätzt. Eine Senkung des Preises für Mobilfunk führt zu einer Senkung des Datenvolumens im Festnetzbereich – dies gilt für die kurzfristige und langfristige Betrachtung. Neben den Preisen haben auch die Prozentsätze an reinen Mobilfunknutzern und an Prepaid-Nutzern einen negativen Einfluss auf das Datenvolumen im Festnetzbereich.

[20] Siehe Fußnote 16 für Erklärung der GMM-Methode.

3.4 Diffusionsmodelle

Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung in der Telekommunikationsökonomik besteht darin, Determinanten der Ausbreitung von neuen Telekommunikationstechnologien zu identifizieren. Hierbei stehen vor allem Effekte regulatorischer Maßnahmen auf den Infrastruktur-Roll-Out im Fokus der Untersuchungen.

Aus vorangegangenen empirischen Studien ist bekannt, dass die Ausdehnung und Adaption einer neuen Infrastruktur nichtlinear erfolgt und besser durch einen S-förmigen Verlauf beschrieben werden kann. Diffusionsgleichungen der Form

$$\text{Penetration}_{\text{it}} = \frac{\max \text{Penetration}_{\text{it}}}{1 + \exp(-\beta(\text{t} - \lambda))}$$

berücksichtigen dies durch ihre funktionale Form und ermöglichen eine fundierte Schätzung der Ausbreitungsparameter einer Telekommunikationsinfrastruktur oder Marktpenetration. Diffusionsmodelle basieren im Wesentlichen auf Arbeiten von Griliches (vgl. Griliches, 1957), welche große Bedeutung in der Innovationsökonomik erlangt haben.[21] Die in dieser Form auch von Grajek und Kretschmer (2009) verwendete Diffusionsgleichung erklärt die $Penetration$ einer neuen Technologie zum Zeitpunkt (t) für Standort (i) als Funktion der maximalen Penetration bzw. Sättigung ($max\ Penetration$) - wenn alle potenziellen Haushalte angeschlossen wären -, der Geschwindigkeit der Ausbreitung (β) sowie dem Fortschritt der Ausbreitung (λ).

Die Verwendung eines Diffusionsmodells hat jedoch keinen Einfluss auf potentiell endogene Variablen. Liegt Endogenität vor, beispielsweise durch Rückwärtskausalität von Regulierungsmaßnahmen und dem Angebot von Breitbanddienstleistungen, so müssen auch hier Anpassungen der empirischen Spezifikation des Modells erfolgen - z.B. durch einen IV-Ansatz oder Schätzung eines Mehrgleichungsmodells. Da die Penetrationsentwicklung idealerweise über einen langen Zeitraum beobachtet werden soll, haben Diffusionsmodelle hohe Anforderungen an die zeitliche Dimension von Datensätzen.

[21] Einen umfassenden Überblick über Modelle zur Messung der Diffusion neuer Technologien bietet Stoneman (2002). Siehe insb. Kapitel 7 bis 10.

3.4.1 Diffusion von Breitbandnetzen unter verschiedenen Regulierungsregimes

Briglauer und Gugler (2013) untersuchen, ob bzw. inwieweit verschiedene Muster in Breitband-Ausbau und Penetration systematisch mit verschiedenen sektorspezifischen Regulierungsregimen und staatlichen Politiken verknüpft werden können, um so den unterschiedlichen Einfluss der verschiedenen Politikansätze auf den Infrastrukturausbau bestimmen zu können.

Die Autoren beginnen zunächst mit einer qualitativen Analyse. Sie untersuchen die einzelnen Länder im Hinblick auf den Fortschritt des Breitbandausbaus und Penetration und vergleichen dies mit den regulatorischen Rahmenbedingungen und staatlichen Subventionen im jeweiligen Land. Anschließend überprüfen die Autoren empirisch, ob sich anhand der vorhandenen Daten der einzelnen Länder Zusammenhänge erkennen lassen.

Dazu bilden die Autoren Gruppen („Cluster“) von EU- und Nicht-EU-Ländern, die ähnlichen Wettbewerbsbedingungen, ähnlicher sektorspezifischer Regulierung und staatlichen Subventionen unterliegen bzw. in der Entwicklung von Breitband ähnlich fortgeschritten sind.

In ihrer Analyse zeigen die Autoren die Dynamik der Breitbandpenetration in den Ländern bzw. den einzelnen Clustern mithilfe eines Diffusions-Models. Sie schätzen anhand der nicht-linearen Diffusions-Regression den Status-Quo des Breitband-Roll-Outs hinsichtlich Sättigung, Fortschritt und Geschwindigkeit des Diffusionsprozesses.

Als Datengrundlage verwenden die Autoren die Datenbank des FTTH Council Europe, welche halbjährliche Zahlen über ausgebaute Breitbandanschlüsse und Breitbandnutzer für alle europäischen Länder im Zeitraum zwischen 2004 und 2011 beinhaltet. Für nicht-europäische Länder wurde der Datensatz eines Schwesterunternehmens des FTTH Council Europe verwendet. Zusätzlich wurden Daten des „Progress Reports“ der EU als auch individuelle Quellen herangezogen. Zur Standardisierung der Daten wurde die Anzahl an Haushalten pro Land verwendet, welche von der International Telecommunications Union (ITU) bereitgestellt wurde.

Die Ergebnisse sind nicht für alle Länder und Cluster schätzbar, da die Beobachtungszahl oder Güte der Daten nicht ausreicht. Für Länder und Cluster, für die die Ergebnisse geschätzt werden können, zeigen sich folgende Muster: Der Diffusionsanalyse nach sind asiatische Länder (wie Japan, Korea, Taiwan, Hong Kong) den am weitesten entwickelten europäischen Ländern im Hinblick auf den Breitbandausbau und Penetration um 6,5 Jahre voraus. Einige europäische Länder weisen jedoch beachtliche Wachstumsraten auf, was die Autoren mit staatlichen Subventionsprogrammen verbinden.

Sie fassen zusammen, dass der EU-Regulierungsrahmen nicht adäquat zu wirken scheint. Länder, in denen Deregulierung und/oder staatliche Unterstützung (auf Nachfrage und Angebotsseite) stärker ausgeprägt sind, sind auch weiter fortgeschritten im Ausbau. Als Schlussfolgerung konstatieren die Autoren, dass strenge kostenbasierte Zugangsregulierung (wie in der EU) wahrscheinlich den Breitband-Ausbau und die Durchdringung hemmt und betonen die Vorteile von staatlicher Unterstützung.

3.4.2 Auswirkung der Regulierung auf Diffusion von Breitbandnetzen

In einer nachfolgenden Studie untersucht Briglauer (2014) für EU-Mitgliedsstaaten, welchen Einfluss Breitbandzugangsregulierung, infrastrukturbasierter Wettbewerb von drahtlosen Netzwerken und andere Diffusions-Dynamiken, wie Netzwerkeffekte oder Konsumententrägheit, die Glasfaser-Einführung beeinflussen.

Zum Zweck der Untersuchung verwendet der Autor die Datenbank des FTTH Council Europe, welche jährliche Zahlen über ausgebaute Glasfaser-Breitbandanschlüsse für alle 27 europäischen Länder im Zeitraum zwischen 2004 und 2011 beinhaltet. Für weitere Variablen wurden Daten von EUROSTAT/COCOM verwendet, welche Informationen über die Bevölkerungszahl, Bildung, Internetnutzung, IKT Lohnkosten sowie die Wohnungsstruktur geben. Zur Messung des intermodalen Infrastrukturwettbewerbs wurden Daten der International Telecommunications Union (ITU) verwendet. Tarif-Daten, als Maß für den durchschnittlichen Preis für Breitbanddienstleistungen der ersten Generation, wurden von Quantum-Web bezogen. Für das BIP pro Kopf wurden Daten der Weltbank herangezogen. Die Daten für Lohnkosten und den prozentualen Anteil der Bevölkerung, die in städtischem Umfeld lebt, wurden von der European Intelligence Unit (EIU) geliefert. Die Anzahl an Haushalten und Internetnutzern sowie Telekommunikationsumsätze wurden von EUROMONITOR abgerufen. Zudem wurde der „EU Progess Report“ der EU, welcher jährliche Daten für alle Breitband-Zugangsregulierungen bietet, einbezogen.

Briglauer (2014) verwendet ein statisches und ein dynamisches Modell mit unterschiedlichen Spezifikationen zur Untersuchung der skizzierten Fragestellungen. Zunächst wird mithilfe eines vereinfachten statischen Modells in reduzierter Form eine Analyse der komparativen Statik durchgeführt.[22] In einem zweiten Schritt wird der Adoptions-Prozess außerhalb des Gleichgewichts betrachtet, indem ein dynamisches Diffusionsmodel verwendet wird.

[22] Der Begriff der reduzierten Form stammt aus dem Bereich der ökonometrischen Mehrgleichungsmodelle. Im Gegensatz zur strukturellen Form wird hierbei eine abhängige Variable nur in Abhängigkeit sogenannter prädeterminierter (im weiteren Sinne exogener) Variablen dargestellt.

Da der Autor den Effekt von vorangegangener Regulierung (1. Breitband-Generation) auf den Roll-Out jetziger Breitbandnetze untersucht, kann Endogenität in Form von Rückwärtskausalität ausgeschlossen werden (Kapitel 2.2). Bestehende Regulierung hat zwar einen Erklärungsgehalt für aktuelle bzw. zukünftige Nachfrage- und Angebotsdeterminanten von Breitbanddienstleistungen, jedoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass die aktuelle Breitband-Adoption zurückliegende Regulierungsentscheidungen beeinflusst hat.

Der Autor stellt fest, dass je effektiver die Zugangsregulierung der vorherigen Breitbandanschlüsse, desto geringer ist die glasfaserbasierte Breitbandeinführung. Der Wettbewerbsdruck durch mobile Netzwerke wirkt sich positiv in einer nicht-linearen Art auf die Einführung aus. Ein gesteigerter Breitband-Roll-Out bietet für Netzbetreiber eine Möglichkeit, sich dem steigenden Infrastrukturwettbewerb mit breitbandigen Mobilfunkarchitekturen zu entziehen. Außerdem spielen Netzwerkeffekte eine substanzielle Rolle bei der Breitbandeinführung.

3.4.3 Diffusion von Mobiltelefonie mit endogener Regulierung

Dewenter und Kruse (2011) analysieren den Einfluss der zwei vorherrschenden Zahlungsregime für Mobilfunkterminierung auf die Diffusionsmuster der Mobiltelefonie. Die zwei vorherrschenden Zahlungsregime sind Calling Party Pays (CPP) und Receiving Party Pays (RPP). Unter dem CPP-Regime zahlt der Anbieter des anrufenden Mobilfunkkunden, während unter dem RPP-Regime der Mobilfunkbetreiber des angerufenen Kunden zahlt.

Das CPP-Regime führt im Mobilfunkterminierungsmarkt zu einem nicht-bestreitbaren monopolistischen Bottleneck, welches von den meisten europäischen Regulierungsbehörden über die Terminierungsentgelte reguliert wird.

Unter dem RPP-Regime hingegen ist eine Regulierung nicht notwendig, da sich durch Wettbewerbsdruck niedrige Terminierungsentgelte einstellen. Der Konsument kann die Preise der Mobilfunknetzbetreiber miteinander vergleichen (wie beispielsweise die On-Net und Off-Net Preise sowie die Zustellungsentgelte) und sich für den günstigsten entscheiden, bevor er einen Mobilfunkvertrag abschließt. Ein Wechsel vom CPP- zum RPP-Regime ist daher eine geeignete Maßnahme, um Regulierungskosten zu vermeiden. Der Nachteil des RPP-Regime ist jedoch, dass der Angerufene seine Kosten nur sehr gering kontrollieren kann, da er die Anzahl der Anrufe nicht beeinflussen und nicht wissen kann, ob er von dem Anruf profitieren wird. Um seine Kosten zu senken, ist er folglich eher dazu bereit, sein Mobiltelefon auszuschalten oder erst gar keinen Mobilfunkvertrag abzuschließen. Damit wäre die Penetrationsrate im Vergleich zu Märkten, in denen das CPP-Regime angewendet wird, geringer.

Die Studie von Dewenter und Kruse untersucht den zeitlichen Einfluss der CPP- und RPP-Regime auf die Wachstumsrate der Mobilfunkdiffusion mithilfe eines Fixed-Effects-Panel-Verfahrens. Dafür werden Daten von 77 Ländern im Zeitraum von 1980 bis 2003 verwendet, die aus verschiedenen Datenbanken bezogen wurden, wie zum Beispiel die ITU World Telecommunication Indicators 2004, die World Development Indicators (veröffentlicht von der Weltbank), und verschiedenen Veröffentlichungen der Regulierungsbehörden.

Die Stichprobe besteht aus drei verschiedenen Ländertypen. Zu Typ 1 zählen Länder, die seit jeher das CPP-Regime anwenden (insgesamt 39 Länder). Zu Typ 2 gehören Länder, die seit jeher das RPP-Regime anwenden (insgesamt 14 Länder). Zu Typ 3 zählen Länder, die vom RPP- zum CPP-Regime gewechselt haben (insgesamt 31 Länder). Umgekehrte Wechsel sind nicht zu beobachten.

Als länderspezifische Variablen werden die Bevölkerungszahl, die durchschnittliche Bevölkerungsdichte und das reale BIP pro Kopf genutzt. Um telekommunikationsspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen, werden weitere Kontrollvariablen hinzugefügt, wie die Anzahl von Festnetzanschlüssen pro Kopf und Dummy-Variablen für die Benutzung von Prepaid Karten und die Existenz von Wettbewerben im Markt.

In einer ersten Analyse wird eine mögliche Endogenität von Regulierungsmaßnahmen vernachlässigt und somit von exogener Regulierung ausgegangen. Die Analyse zeigt, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen CPP- und RPP-Regimen gibt. Lediglich bei einem Wechsel vom RPP- zum CPP-Regime ist ein positiver Effekt auf die Diffusionsrate festzustellen.

In einer zweiten Analyse wird für endogene Regulierung kontrolliert, da die Regulierungsentscheidung von Behörden möglicherweise vom Marktergebnis und politischen oder institutionellen Faktoren abhängig ist.

Da die Autoren annehmen, dass telekommunikationsspezifische Variablen eng mit dem Diffusionsprozess zusammenhängen und somit nicht als exogene IV in Frage kommen, werden politische und institutionelle Faktoren als Instrumente im Rahmen eines IV-Ansatzes für die endogenen regulatorischen Entscheidungen eingesetzt (Kapitel 2.3).

Dafür verwenden die Autoren die Datenbank des sogenannten Polity IV Projects, die kostenlos und online vom Center for International Development and Conflict Management der Universität Maryland bereitgestellt wird. Als Instrumente für die endogene Variable CPP werden die folgenden Variablen genutzt: Democracy Score (generelle Offenheit gegenüber politischen Institutionen), Autocracy Score (generelle Nähe von politischen Institutionen), Lebensdauer von politischen Regierungen, Maß für relative Performance (im Vergleich zu benachbarten Ländern).

Die Analyse ergibt, dass das CPP-Regime bei allen drei Ländertypen keinen signifikanten Einfluss auf die Diffusions- bzw. Penetrationsrate hat, selbst wenn Endogenität im Rahmen der Schätzungen berücksichtigt wird. Weder Länder, die vom RPP- zum CPP-Regime gewechselt sind, noch Länder, die seit jeher das CPP-Regime anwenden, weisen eine signifikant höhere Penetrationsrate auf. Dewenter und Kruse schließen daraus, dass auch das RPP- im Vergleich zum CPP-Regime die Penetrationsrate nicht verringern würde. Durch eine Einführung eines RPP-Regimes, um Regulierungsaufwand einzusparen, wäre daher nicht mit negativen Auswirkungen für die Penetration mobiler Netzinfrastrukturen zu rechnen.

3.5 Zwischenfazit

Die zentrale Herausforderung der betrachteten Studien liegt in ihrer korrekten Spezifikation der empirischen Modellstrukturen. Durch Endogenität, meist Rückwärtskausalität zwischen Regulierungsmaßnahmen und bestimmter Indikatoren der Telekommunikation, sind fundierte Strukturmodelle und eine Instrumentierung endogener Variablen mit relevanten aber exogenen IV von Nöten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Folgen einer Fehlspezifikation weitreichend sind und leicht zu einer gegenteiligen Regulierungsevaluation führen können. Das in Kapitel 2 und 3 vorgestellte Instrumentarium an empirischer Methodik bietet jedoch eine geeignete Tool-Box um praxisnahe Fragestellungen konsistent zu evaluieren.

Die Grundlage einer jeden empirischen Analyse bildet der verwendete Datensatz. Hier erfordern die einzelnen Methoden einen erhöhten Anspruch an das Aggregationslevel, die zeitliche Dimension oder das ausreichende Vorliegen von Kontrollvariablen zur Findung geeigneter IV. Die Daten aus den hier vorgestellten Studien stammen überwiegend aus öffentlich verfügbaren Datenbanken der OECD, des Internationalen Währungsfonds, der Weltbank, Eurostat sowie nationalen statistischen Ämtern. Unternehmensdaten werden regelmäßig aus Datenbanken wie beispielsweise Amadeus entnommen, welche Rechnungslegungsdaten von Unternehmen enthalten. Telekommunikationsspezifische Daten sind in kommerziellen Datenbanken, wie zum Beispiel der ITU oder Analysys Mason, zu finden. Des Weiteren können spezielle Daten auch vom FTTH-Council oder dem Breitbandatlas der Bundesregierung gewonnen werden.

Tabelle 3-1:
Beispiele von empirischen Analysen in der Telekommunikationswirtschaft

Regulierungsfrage	Autor	Methode
Telekommunikationsinfrastruktur und Wirtschaftswachstum	Röller und Waverman (2001)	Instrumentvariablenansatz Paneldaten
Breitband-Infrastruktur und Wirtschaftswachstum	Czernich et al. (2011)	Instrumentvariablenansatz Paneldaten
Investitionsanreize von Telekommunikationsanbietern	Grajek und Röller (2012)	Paneldaten
Substitution zwischen Festnetztelefonie und Mobilfunktelefonie auf Vertragsebene/Nutzungsebene	Barth und Heimeshoff (2014a) Barth und Heimeshoff (2014b)	Instrumentvariablenansatz Paneldaten
Diffusion von Breitbandnetzen	Briglauer und Gugler (2013)	Diffusionsmodell
Auswirkung der Regulierung auf Diffusion von Breitbandnetzen	Briglauer (2014)	Diffusionsmodell
Diffusion von Mobiltelefonie mit endogener Regulierung	Dewenter und Kruse (2011)	Diffusionsmodell

4. Datenquellen

In diesem Kapitel werden die Angebote von häufig in der Telekommunikationsliteratur verwendeten Datenbanken näher beschrieben. Es wird dabei zwischen Anbietern von disaggregierten Daten, wie Unternehmensdaten, und Anbietern von aggregierten Daten, wie Daten über Regionen oder Länder, unterschieden.

Es kann auch zwischen nationalen und internationalen Datensätzen unterschieden werden. Liegen die Daten nur eines Landes vor, können andere Schwerpunkte untersucht werden als mit einem Datensatz der Informationen über mehrere Länder enthält. Es können zudem meist nationale Besonderheiten oder regionale Unterschiede berücksichtigt werden, die in einem (aggregierten) internationalen Datensatz untergehen. Typischerweise werden hier andere Aspekte untersucht. Ein Vergleich von Regulierungsregimen ist mit einem Land, wenn überhaupt, nur zeitlich möglich. Für Untersuchungen auf

internationaler Ebene werden meist aggregierte Daten verwendet, die weniger detailliert sind. Hiermit lassen sich jedoch gut die verschiedenen Regulierungsregime der Länder zu einem bestimmten Zeitpunkt vergleichen.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass auch in staatlichen Behörden eine Fülle nützlicher Informationen vorhanden ist, die zu unterschiedlichen Zwecken im Rahmen der Telekommunikationspolitik eingesetzt werden können. Dabei wird es sicherlich eher um wirtschaftspolitische Maßnahmen als um die Evaluierung regulatorischer Eingriffe gehen. Wenn man beispielsweise davon ausgeht, dass die Nutzung höchster Bandbreiten durch die Verfügbarkeit innovativer Dienste getrieben wird, so könnten solche Daten beispielsweise für Nachfrageprognosen verwendet werden. Services im Bereich E-Health oder Cloud-Computing bedingen Telekommunikationsverbindungen mit höchsten Bandbreiten. Somit besteht auch ein enger Kontext zu notwendigen Ausbaugraden in verschiedenen Regionen. Möchte man nun die mögliche Nachfrage nach breitbandigen Internetverbindungen regional abschätzen beziehungsweise prognostizieren, müsste ein Prognosemodell aufgestellt werden, welches die wesentlichen Determinanten der Nachfrage beinhaltet.

Die dazu notwendigen Daten liegen sicherlich im Bereich regionaler oder lokaler pro-Kopf-Einkommen, der Altersstruktur der Bevölkerung oder der Bevölkerungsdichte. Dies sind Daten, die beispielsweise durch das Statistische Bundesamt für entsprechende Analysen zur Verfügung gestellt werden könnten. Gerade im Bereich von E-Health-Anwendungen könnten weitere Datenquellen interessant werden. Das statistische Bundesamt veröffentlicht regelmäßig Berichte über Diagnosen in Krankenhäusern sowie Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen. Wenn man Daten bezüglich dieser Größen im Zeitablauf hätte, könnten diese beispielsweise für Prognosen der Nachfrage nach E-Health-Anwendungen und entsprechenden Bandbreitenbedarfen verwendet werden. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die gesetzlichen Grundlagen der Erhebungen und Veröffentlichungen des Statistischen Bundesamtes hinsichtlich der Disaggregation, mit welcher die Daten verwendet werden, streng sind. In diesem Kontext wäre zu klären, ob für staatliche Einrichtungen wie beispielsweise Ministerien Ausnahmen gelten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es neben telekommunikationsspezifischen Daten viele Daten bei staatlichen Stellen gibt, die für Analysen im Rahmen der Telekommunikationspolitik hilfreich sein können. Welche das sind, kann nur exemplarisch aufgezeigt werden, da sich der Datenbedarf von Fall zu Fall unterscheiden wird. Wichtig ist darauf hinzuweisen, dass sowohl das BMWI als auch die BNetzA in solchen Fällen auf die Zusammenarbeit mit anderen Ministerien oder Behörden angewiesen ist, weil diese Daten dezentral vorhanden sind und für den jeweiligen Zweck zusammengeführt werden müssen.

In den folgenden Kapiteln wenden wir uns telekommunikationsspezifischen Datenquellen zu. Die folgenden Datenbanken beinhalten relevante Informationen über sowohl europäische Telekommunikationsunternehmen als auch Informationen auf Länderebene.

4.1 Disaggregierte Datenangebote

4.1.1 Analysys Mason[23]

Analysys Mason bietet Zugang zu jährlichen und vierteljährlichen Marktdaten über den Mobilfunk und Breitband-Status. Die Datenbank besteht aus 140 verschiedenen Parametern aus über 75 individuellen Märkten und von mehr als 400 Telekommunikationsanbietern. Neben Marktanteilen der Anbieter werden wirtschaftliche Leistungskennzahlen (KPIs) wie beispielsweise angegebener Umsatz, CAPEX, OPEX oder EBITDA, angeboten.

Wenn möglich, werden die Daten direkt von den nationalen Regulierungsbehörden und Anbietern bezogen. Bei unterschiedlichen Angaben werden die Daten des Regulierers verwendet. Da ausgelassene Daten die Marktgröße und Anteile verzerren können, werden, wenn keine Daten vorhanden sind, die Größe des Marktes und der Marktanteil der Unternehmen anhand eines Modells geschätzt. Bei fehlenden Umsatzdaten werden mithilfe von Analysys Masons Datenbank über Preis-Trends die entsprechenden Daten geschätzt.

Mangels eines einheitlichen Standards für das Berichtwesen werden in der Praxis übliche Definitionen angewendet, um die Märkte und Unternehmen anhand bestimmter Kriterien vergleichen zu können.

Da nur schlecht zwischen Mobile Virtual Network Operators (MVNOs) und reinen Dienstleistungsanbietern unterschieden werden kann, wird der Markt nur auf Betreiberebene betrachtet. Daten für MVNOs und Dienstleistungsanbieter werden dem jeweiligen Betreiber zugeordnet, dessen Netz die Unternehmen nutzen. Für Europa wird jedoch die Anzahl an MVNO-Vertragskunden und deren Anteil an der Gesamtzahl an Vertragskunden angegeben.

Analysys Mason bietet sowohl historische Daten an als auch Prognosen für die nächsten 5 Jahre.

In den vierteljährlichen Berichten (mit Point Topic) werden zudem Informationen über Tarife und Preise bekannt gegeben. Hier erreicht die Analysys Mason-Datenbank eine Informationstiefe, welche von anderen Anbietern bei weitem nicht erreicht wird (vgl. Analysys Mason, 2017).

[23] http://www.analysysmason.com/Services/Research/DataHub/.

4.1.2 Informa Database[24]

Die Datenbank von Informa besteht aus Geschäfts-, Finanz,- und Marketing-Daten von über 3,5 Millionen Unternehmen. Darin enthalten sind 13,2 Millionen Bilanzen, 14 Millionen Posten der öffentlichen Verwaltung sowie 2,4 Millionen Geschäftsbeziehungen (vgl. Informa, 2017).

In ihren Berichten bietet Informa zusätzlich Finanzanalysen und Risiko-Bewertungen einzelner Unternehmen an. Interessant sind hierbei vor allem die monatlichen Angaben über die Zahl der Vertragskunden der jeweiligen Telekommunikationsanbieter. Dies stellt das Gegenstück zu den Preisdaten der Analysys Maso- Datenbank dar. Durch die Kundeninformationen kann der über die Preise beschriebenen Angebotsseite die korrespondierende Nachfrage gegenübergestellt werden.

Dazu ist auf Seiten des Angebots, also der Preisdaten, umfangreiche Indexbildungen notwendig, weil die Kundenzahlen natürlich nicht auf der Ebene des einzelnen Tarifs vorliegen.

4.1.3 Amadeus[25]

Die Unternehmensdatenbank Amadeus beinhaltet umfassende Informationen zu über 21 Millionen Unternehmen in Europa. Es stehen dabei standardisierte Finanzdaten von Unternehmen für grenzübergreifende Vergleiche, Ratings und Bonitätsindikatoren, Vorstände und Geschäftsführer (-innen), Geschäftsberichte, Aktienkurse (bei börsennotierten Unternehmen) sowie detaillierte Unternehmensverflechtungen und Beteiligungsverhältnisse zur Verfügung. Weiter werden Branchenberichte, unternehmensbezogene Pressemeldungen und M&A-Transaktionen veröffentlicht (vgl. Bureau van Dijk, 2017).

Die Amadeus Datenbank kommt in der empirischen Wirtschaftsforschung sehr häufig zum Einsatz, wenn Unternehmensdaten benötigt werden, beispielsweise in der Innovationsökonomik, der Regulierungsökonomik sowie der Finanzökonomik. Die Datenbank ist zwar nicht speziell auf die Telekommunikationsbranche zugeschnitten, liefert aber relevante Informationen, die in den spezialisierten Datenbanken teils nicht vorhanden sind. So bietet Amadeus als einzige der betrachteten Datenbanken die Möglichkeit, systematisch Marktein- und -austritte zu beobachten und Gewinne, Investitionen und Aktienkurse auf Ebene einzelner Firmen auszuwerten.

[24] http://www.informa.es/en/about-us/our-database.

[25] https://amadeus.bvdinfo.com/.

4.1.4 Breitbandatlas[26]

Der Breitbandatlas ist eine von der Bundesregierung initiierte Übersicht über die aktuelle Breitbandversorgungssituation von Privathaushalten in Deutschland, die vom TÜV Rheinland entwickelt wurde und gepflegt wird. Er gibt die Verfügbarkeit von Breitband-Internet auf Ebene von Landkreisen und Gemeinden an, unterteilt nach Breitbandklassen, Technologien und Anbietern.

Es wird zwischen kabelgebundenen Technologien und Funkübertragung unterschieden. Der Atlas benennt den Infrastrukturanbieter der jeweiligen Region und Status Quo in Bezug auf die verwendete Technologie und verfügbare Übertragungsgeschwindigkeit. Die angegebene Bandbreite ist jedoch nicht die beworbene Bandbreite der Unternehmen, sondern auf Basis der durch die Anbieter gelieferten technischen Parameter bestimmte Bandbreite. Die Informationen über die Breitbandverfügbarkeit werden von insgesamt über 260 Telekommunikationsunternehmen geliefert (vgl. BMWi, 2017).

Der Breitbandatlas ermöglicht sehr präzise Aussagen zum Ausbaugrad und somit zum Regulierungsziel Netzausbau. Auch die Zahl der aktiven Anbieter, das Vorkommen parallel existierender Infrastrukturen und Einschätzungen zur Vielfalt des Angebots in Deutschland lassen sich auf regionaler und lokaler Ebene ableiten. Folglich ist der Breitbandatlas auch eine aufschlussreiche Datenquelle für die Regulierungsziele Wettbewerb und Verbraucherinteressen.

Der Breitbandatlas ermöglicht die Analyse einer Reihe von bisher nicht eindeutig geklärten Fragen. Dazu gehört die Bedeutung von Breitband für die nationale und regionale Entwicklung, insbesondere mit Blick auf hohe Geschwindigkeiten über 30 Mbit/s. Auch relevante Faktoren und Treiber des Breitbandausbaus lassen sich mit den Breitbanddaten in einer Detailtiefe analysieren, die bisher nicht möglich war.

Der Umfang und der geringe Aggregationsgrad des Breitbandatlasses machen die Daten einzigartig, allerdings sind zugleich keine differenzierten Vergleiche mit anderen Ländern möglich. Bei der Evaluierung konkreter Regulierungsinstrumente stößt der Breitbandatlas an sein Grenzen, da er auf Deutschland beschränkt ist. Damit kann ein bundesweit bestehendes Regulierungsinstrument nicht adäquat auf seine Wirksamkeit überprüft werden, weil keine Vergleichsgruppe herangezogen werden kann.

[26] http://www.zukunft-breitband.de.

4.1.5 Bundesnetzagentur[27]

Die Bundesnetzagentur ist als Bundesbehörde zuständig für die Aufrechterhaltung und Förderung des Wettbewerbs in Netzmärkten, zu denen auch die Telekommunikation gehört. In dieser Funktion erhebt und veröffentlicht die Bundesnetzagentur regelmäßig Daten der deutschen Telekommunikationsnetze. Dazu gehören Marktanteile, die Zahl der Anschlüsse, Investitionen und eine Reihe von weiteren Indikatoren. Auch Statistiken zur Häufigkeit von technischen Problemen und zur Servicequalität der Telekommunikationsanbieter werden geführt (vgl. Bundesnetzagentur, 2017).

Für nationale Untersuchungen sind die Daten der Bundesnetzagentur häufig von großer Bedeutung. Für internationale Studien und Vergleichsanalysen sind sie aufgrund des nationalen Fokus nur in Kombination mit anderen Datensätzen geeignet.

4.2 Aggregierte Datenangebote

4.2.1 ITU Database[28]

Die World Telecommunications/ICT Indicators Database beinhaltet Zeitreihendaten für die Jahre 1960, 1965, 1970 und jährliche Daten von 1975 bis 2015 für über 180 Variablen auf Länderebene. Zu den Parametern gehören Festnetztelefonie-Netzwerke, Mobilfunkteilnehmer, Dienstleistungsqualität, Internetkunden (Mobil und Festnetz-Breitband), Datenvolumen, Preise, Umsätze, Investitionen, Internetzugang und Nutzung von Haushalten sowie demografische und makroökonomische Daten.

Zusätzlich gibt es statistische Jahrbücher für einzelne Märkte von 2006 bis 2015, die auch das Nutzungsverhalten von Haushalten und Individuen abbilden und dabei soziodemografische Variablen wie Alter, Geschlecht, Einkommen und Bildungsniveau einbeziehen. Die Daten sind für über 200 Länder verfügbar, allerdings sind vor allem in früheren Jahren teilweise Lücken in den Daten vorhanden, da diese auf veröffentlichten offiziellen Daten beruhen (vgl. ITU, 2017).

Die Daten werden durch eine jährliche Umfrage erhoben, an der Regulierungsbehörden oder das jeweilig zuständige Ministerium des Landes teilnehmen. Teilweise werden auch Daten von den Telekommunikationsanbietern verwendet.

[27] https://www.bundesnetzagentur.de.

[28] http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/wtid.aspx.

Die Datenbank ist spezifisch auf die Erkenntnisinteressen im Bereich Telekommunikation zugeschnitten und kann bei vielen Fragestellungen als Grundlage dienen. Aufgrund ihres hohen Aggregationsgrades eignet sie sich insbesondere, wenn mit international vergleichbaren Datenreihen gearbeitet werden muss.

4.2.2 IDATE - World FTTx Market / FTTH-Council[29]

Das FTTH Council Europe ist eine Industrieorganisation, die im Jahr 2004 von Alcatel-Lucent, Cisco, Corning, Emtelle und OFS gegründet wurde. Heute hat dieses Konsortium mehr als 150 Mitglieder. Der Datenservice des FTTH-Council verwendet die Datenbank World FTTx Markets des Anbieters IDATE und enthält jährliche Daten über Breitband-Variablen, wie beispielsweise die Anzahl von Vertragskunden und angeschlossenen Haushalten. Berücksichtigt werden VDSL, FTTH/B sowie Kabelnetze (Docsis 3.0). Außerdem werden die Anschlüsse nach Typ des Anbieters (etablierter Anbieter, alternative Anbieter und Kommunen) unterschieden (vgl. Idate, 2017).

Die Daten des FTTH-Council sind eine wesentliche Quelle, um den Ausbaugrad der kabelgebundenen Netze der nächsten Generation abzubilden und international zu vergleichen. Soll die Wirkung eines Regulierungsinstruments auf das Regulierungsziel Netzausbau analysiert werden, liefert IDATE somit eine umfangreiche Datenbank, die einen Ländervergleich ermöglicht.

Bei rein nationalen Studien sind die Daten des FTTH-Council von zweitrangiger Bedeutung, da der Breitbandatlas für Deutschland deutlich detailreichere Angaben zum Ausbaugrad macht und der Nutzungsgrad in Deutschland auch von der Bundesnetzagentur veröffentlicht wird.

4.2.3 Cullen International[30]

Cullen International's European Telecoms Service deckt ein weites Spektrum an regulatorischen Themen in 32 europäischen Ländern ab. Dazu zählen Festnetz, Mobilfunk, Funkfrequenzen und Verbraucherschutz. Der Cullen International's European Telecoms Service informiert regelmäßig über aktuelle Entwicklungen auf EU-Ebene und regulatorische Initiativen sowie nationale Gerichtsentscheidungen zur Regulierung - in Analysen aufbereitet (vgl. Cullen International, 2017).

[29] http://www.idate.org/en/Research/FTTx-Watch-Service/World-FTTx-Markets_57_.html.

[30] http://www.cullen-international.com/menu/regulatory-intelligence/sectors/telecommunications/telecommunication[2]/telecommunication/.

Daten werden vor allem über regulatorische Positionen und Preise quer durch Europa angeboten. Um diese Daten sinnvoll nutzen zu können, ist sicherlich eine Ergänzung durch andere Datenquellen notwendig, damit die tatsächlichen Telekommunikationsmärkte ebenfalls abgebildet werden können, auf denen sich die Wirkung der regulatorischen Maßnahmen entfaltet.

4.2.4 OECD[31]

Die OECD ist für viele Aspekte der empirischen Wirtschaftsforschung eine relevante Datenquelle und veröffentlicht auch im Telekommunikationsbereich Daten und Berichte. Insbesondere der OECD Communications Outlook, der OECD Digital Economy Outlook und das OECD Broadband Portal sind wichtige Datenquellen. Die dort verfügbaren Daten sind in vielen konkreten Fragestellungen aller betrachteten Regulierungsziele von Bedeutung. Von besonderer Relevanz sind die Preisdaten der OECD, da sich die OECD in besonderem Maße um die internationale Vergleichbarkeit der Preise im Telekommunikationsbereich bemüht. Dafür werden Warenkörbe („Baskets“) gebildet um diverse Nutzungsverhalten der Verbraucher abzubilden, die Reichweite erstreckt sich vom No-Frills Segment bis hin zum Heavy-User (vgl. OECD, 2017).

Daten der OECD erweisen sich häufig als wesentliche Datenquelle, wenn ein internationaler Vergleich der OECD-Länder durchgeführt wird und aggregierte Länderdaten gefragt sind.

[31] http://www.oecd.org/sti/broadband/.

Box 4-1
Datenquellen

Disaggregierte Daten

- Analysys Mason – Mobilfunk- Breitbanddaten weltweit (Anbieterseite)
- Informa Database – Mobilfunkdaten weltweit (Nachfragerseite)
- Amadeus – Finanzdaten von Unternehmen weltweit
- Breitbandatlas – Übersicht des Breitbandausbaus in Deutschland
- Bundesnetzagentur – Daten zur nationalen TK-Wettbewerbsentwicklung

Aggregierte Daten

- ITU Database – Telekommunikationsdaten weltweit
- FTTH-Council – Breitbanddaten weltweit
- Cullen International – regulatorische Daten weltweit
- OECD – Internationale vergleichbare Telekommunikationspreisdaten nach Warenkörben

Quelle: eigene Darstellung.

5. Anwendbarkeit

Die Evaluierung regulatorischer und wirtschaftspolitischer Maßnahmen in der Telekommunikationsbranche erfolgt idealerweise durch empirisch-kausalanalytische Wirkungsforschung. Für dieses Mittel müssen jedoch verschiedene Datenanforderungen erfüllt sein.

5.1 Datenstruktur und Fragestellung

Die Vielfalt an Fragestellungen wie auch die Qualität der Analyse steigt typischerweise mit der Verfügbarkeit von Daten. Daher kommt dem Zusammentragen und Aufbereiten von Daten ein hohes Maß an Bedeutung zu. Die unterschiedliche Form der Datenstruktur eignet sich dabei für unterschiedliche Fragestellungen.

Liegen (aggregierte) Paneldaten mehrerer Länder vor, können räumliche Variationen ausgenutzt werden und der Vergleich unterschiedlicher Regulierungsregime (zur gleichen Zeit) angestellt werden. Ebenfalls können zeitliche Variationen genutzt werden, um die Auswirkungen regulatorischer Maßnahmen zu schätzen, wenn diese in den Ländern zu unterzeitlichen Zeitpunkten getätigt wurden. Mit Hilfe solcher Datenstrukturen kann abgeschätzt werden, wie sich Variationen beispielsweise innerhalb des Regulierungsrahmens der EU auf die Marktergebnisse auswirken.

Disaggregierte nationale Unternehmensdaten mit Beobachtungen über mehrere Zeitpunkte können genutzt werden, um heterogene Wirkungen eines Regulierungsregimes auf verschiedene Typen von Unternehmen zu schätzen. Hiermit können bspw. die unterschiedlichen Wirkungen einer Maßnahme auf den Incumbent, die Wettbewerber oder sogar Anbieter von Substituten (z. B. bei Technologiewettbewerb) gezeigt werden.

Beide Datenstrukturen sind in Bezug auf die Fragestellung sehr flexibel und können leicht an die Analyse verschiedener regulatorischer Entscheidungen angepasst werden. Basierend auf den Daten und der Fragestellung kann dann die passende Methode gewählt werden. Allerdings bleibt festzuhalten, dass aggregierte Daten in ihren Anwendungs- und Erkenntnismöglichkeiten begrenzt sind, da beispielsweise asymmetrische Wirkungen auf etablierte Anbieter und deren Wettbewerber in der Regel nicht berücksichtigt werden können.

Darüber hinaus können diese beiden Arten von Datenstrukturen kombiniert werden. Dazu wird ein Unternehmenspanel für verschiedene Länder aufgestellt. Anstatt eines aggregierten Werts für ein Land liegen nun Daten für die jeweiligen Telekommunikationsanbieter in verschiedenen Ländern über

die Zeit vor. Damit kann analysiert werden, inwieweit die unterschiedlichen Regulierungsregime auf die verschiedenen Anbieter in den jeweiligen Ländern wirken. Vorteil dieses Ansatzes ist die umfangreichere Stichprobengröße, die präzisere Schätzungen im Rahmen ökonometrischer Modelle zulässt.

Über die detaillierte Vorgehensweise bei einer empirisch-ökonometrischen Untersuchung zur Formulierung und Durchführung der Analyse bietet hier Kapitel 4.1 im Themenkomplex 4 dieser Studie einen Überblick.

5.2 Methodenwahl

Die geeignete Methode ist immer diejenige, die die zuverlässigsten und robustesten Ergebnisse in Abhängigkeit der vorhandenen Daten liefert. In vielen Fällen ist die Methodenauswahl bereits durch die zur Verfügung stehenden Datenstrukturen begrenzt. Dennoch erfordert die Beurteilung und Durchführung der ökonometrischen Methodik ein hohes Maß an fachlicher Kompetenz, wie auch Kapitel 4.1 des Themenkomplexes 4 dieser Studie ausführt.

Diffusionsmodelle (Kapitel 3.4) sind gerade für die Schätzung nachfrageseitiger Effekte der Regulierung, wie bspw. die Nachfrage nach den Determinanten der Breitbanddiffusion oder das steigende Datenvolumen im Mobilfunk, zu bevorzugen.

Kann eine angemessene Kontrollgruppe gefunden werden, liefert der DvD-Ansatz (Kapitel 2.4) zuverlässige Ergebnisse. Gute Kontrollgruppen können bspw. bei Märkten ohne regulatorische Maßnahmen auf nationaler Ebene beobachtet werden. Solche Möglichkeiten liegen im Bereich der Telekommunikation allerdings kaum vor, weil inzwischen alle Telekommunikationsmärkte in vergleichbaren OECD-Staaten relativ homogene regulatorische Eingriffe aufweisen. Diese unterscheiden sich sicherlich in ihrer Eingriffsstärke, aber die vollständige Abwesenheit bestimmter regulatorischer Eingriffe ist in der OECD nicht zu beobachten.

Bei der Existenz vergleichbarer Unternehmen, die sich nur durch die Regulierung unterscheiden, können probate "Zwillinge" erstellt werden, die für die Anwendung von Matching-Methoden (Kapitel 2.5) nötig sind. Diese finden sich bspw. beim internationalen Vergleich von Wettbewerbern. Das Problem im Rahmen der Anwendung liegt darin, dass für regulierte Unternehmen ansonsten ähnliche Vergleichsunternehmen gefunden werden müssen. In Telekommunikationsmärkten bestehen aber oftmals erhebliche Unterschiede zwischen regulierten und nicht-regulierten Unternehmen, was die Anwendung von Matching-Ansätzen in der Telekommunikationsforschung stark beeinträchtigt.

5.3 Praktikabilität im Rahmen der Umsetzung

Die Aufbereitung der Daten, Wahl der Methode, Durchführung der Analyse sowie die Interpretation der Ergebnisse bedürfen Zeit und intensiver Überlegungen, um Aussagen treffen zu können und das Ziehen von voreiligen Schlüsse zu vermeiden. Als Beispiel dienen die Ausführungen zur Zusammenstellung des Datensatzes und Wahl der empirischen Methodik in den Kapiteln 2 und 3 des Themenkomplexes 3 dieser Studie.

Eine wettbewerbliche Ausschreibung einer auftragsgemäßen Evaluierung stellt sicher, dass der geeignetste Anbieter die jeweilige Analyse durchführt. Ferner kann durch die Vergabe einer Evaluierung an externe Dienstleister, wie Forschungs- oder Beratungsinstituten mit ökonometrischer Fachkompetenz, die Qualität und fachliche Unabhängigkeit sichergestellt werden. Gerade die Ex-post-Evaluation von Regulierungsmaßnahmen sollte institutionell von der jeweiligen Regulierungsbehörde oder dem verantwortlichen Ministerium getrennt durchgeführt werden. Institutionelle Unabhängigkeit bei der Analyse frei von behördlichen Weisungsbefugnissen ist essenziell um ihrer Kontrollfunktion gerecht werden zu können.

Ministeriale Institutionen können jedoch gezielt die Voraussetzungen für eine robuste und zeiteffiziente Wirkungsanalyse schaffen und so eine erkenntnisreiche Evaluierung unterstützen, siehe hierzu auch Kapitel 4.3 des Themenkomplexes 4 dieser Studie. Beispielsweise könnte auf Basis einer gesetzlichen Grundlage kontinuierlich Daten gesammelt werden, um später erforderliche Informationen bereitstellen zu können. Der von der Bundesnetzagentur zur Verfügung gestellte Breitbandatlas ist hier als ein exzellentes Beispiel zu nennen.

Über weitere Institutionelle Aspekte der Durchführung von ökonometrischen Analysen informiert Kapitel 4.2 des Themenkomplexes 4 dieser Studie ausführlicher.

Wichtig für die Aussagekraft einer Evaluierung ist, dass vor der Einführung einer neuen Regulierungsmaßnahme klare Ziele formuliert werden, die anhand von quantifizierbaren Zielgrößen gemessen werden. Kapitel 2 des Themenkomplexes 4 dieser Studie bietet hier einen ausführlichen Überblick über einzelne Marktindikatoren anhand derer Regulierungswirkungen vielschichtig quantifiziert werden können.

6. Ausblick

Die moderne Ökonometrie bietet eine Fülle verschiedenster Möglichkeiten, kausale Effekte zu schätzen. Im Laufe der letzten 15 Jahre fanden diese Methoden auch verstärkt Einzug in die Telekommunikationsökonomik. Sowohl auf aggregiertem als auch individuellem Niveau wurden ökonometrische Methoden angewandt, um die Wirkungen regulatorischer Maßnahmen zu evaluieren. Hier stellt sich immer die Frage inwieweit diese aus ökonomischer Sicht wirksam sind. Um diese Frage mit hinreichender Sicherheit beantworten zu können, ist es erforderlich, bereits erfolgte regulatorische Entscheidungen ex post zu evaluieren. Solche Evaluationen finden beispielsweise im Rahmen der Anreizregulierung der Energienetze statt (vgl. BNetzA, 2015). Dieses Konzept könnte, mit den erforderlichen Modifikationen hinsichtlich der Besonderheiten von Telekommunikationsmärkten, auch für regulatorische Entscheidungen im Bereich der Telekommunikation implementiert werden.

Um solche Evaluationen möglichst zeitnah und kosteneffizient durchführen zu können, wäre eine Erhebung von Daten durch die Regulierungsbehörde, wie z.B. durch den Breitbandatlas der Bundesnetzagentur, beziehungsweise das zur Verfügung stellen durch regulierte Unternehmen und ihrer Wettbewerber hilfreich (vgl. Kapitel 4.3, Themenkomplex 4). Würde eine Evaluation ausgeschrieben, stünden den mit der Evaluation beauftragten Institutionen die notwendigen Daten bereits zur Verfügung. Im Rahmen eines aus diesen Daten zu erstellenden Paneldatensatzes könnten verschiedenste regulatorische Eingriffe analysiert werden.

In Bezug auf die Verfügbarkeit von Daten zur Evaluation regulatorischer Maßnahmen wäre auch die Datenerhebung bei den Wettbewerbern eine vielversprechende Möglichkeit. Der wesentliche Vorteil dieser Art der Datenerhebung liegt in der Passgenauigkeit der zur Verfügung stehenden Informationen. Insbesondere die in öffentlich zugänglichen Datenbanken vorhandenen Informationen zu Investitionen sind häufig nicht transparent beschrieben, so dass unklar bleibt, ob es sich um die aus regulatorischer Sicht interessanten Netzinvestitionen handelt oder auch weitere Investitionsbestandteile umfasst werden. Solche Informationen könnten auch in Form eines so genannten Forschungsdatenzentrums für Wissenschaftler zugänglich gemacht werden. Um die Anonymisierung der Daten zu gewährleisten, käme in solchen Fällen auch eine Datenfernverarbeitung in Frage, bei der die Daten nicht direkt an interessierte Wissenschaftler geliefert werden, aber deren Analysen im Forschungsdatenzentrum computertechnisch abgewickelt werden.

Neben der Evaluation regulatorischer Maßnahmen spielte vor allem die Diffusion neuer Technologien in den Telekommunikationsmärkten eine wichtige Rolle in der empirischen Forschung. Betrachtet man

die wirtschaftspolitische Diskussion in Deutschland, steht hier vor allem die Debatte um den, von vielen als zu langsam voranschreitenden, Breitbandausbau im Vordergrund.

International ist zu beobachten, dass dem Ausbau höchster Bandbreiten sehr unterschiedliche Bedeutung beigemessen wird. Einige Staaten treiben, teilweise unter Einsatz signifikanter Subventionen, den Breitbandausbau stark voran, während andere eher auf die Wirkung der Marktkräfte setzen. Kapitel 4.4.2 des Themenkomplexes 1 dieser Studie liefert hier einen Überblick über national unterschiedliche Herangehensweisen und Erfolgsfaktoren der Breitbandpenetration.

Der volkwirtschaftliche Nutzen von Investitionen in höchste Bandbreiten wurde auch durch die in diesem Themenkomplex angeführten Forschungsergebnisse deutlich. Die digitale Transformation der Wirtschaft wird vor allem von funktionierenden Telekommunikationsmärkten getrieben, siehe auch hier Themenkomplex 1. Leistungsfähige Netze der nächsten Generation sowie ubiquitärer Netzzugang bilden den Grundstein des digitalen Zeitalters und insbesondere für latenzsensitive Anwendungsfelder wie e-Health oder autonome Mobilität. Hierbei generiert eine stetig zunehmende Sensorik in Industrie 4.0, Internet-of-Things oder smart-Home Lösungen eine Flut an Daten, die durch dynamische Bewegungs-und Verbrauchsdaten der Nutzer komplementiert werden. Diese Entwicklung macht einen ethisch verantwortungsvollen sowie empirisch fundierten Umgang mit Big Data zur Verpflichtung - insbesondere auch zur Regulierungsevaluation in der Telekommunikation. Effektive und v.a. effiziente Regulierung mit Relevanz für Netzinfrastruktur sind kritisch für Digitalisierungsfortschritt sowie die Entwicklung innovativer Dienste und Geschäftsfelder. Eine moderne Kommunikationsinfrastruktur liefert somit wichtige Wachstumsimpulse für eine Volkswirtschaft.

Noch offene Fragen in der Telekommunikationsökonomik sind z.B. wie sich konkrete Bandbreiten auf das wirtschaftliche Wachstum auswirken. Handelt es sich um einen linearen Prozess? Gehen ab einer gewissen Bandbreitenschwelle nur noch marginale Wirtschaftsimpulse von Breitbandinfrastruktur aus? Diese und andere Fragen werden mit einer zunehmenden Masse und Güte an Daten im Big-Data-Zeitalter zu beantworten sein.

Exemplarisch werden die in diesem Themenkomplex dargestellte Methodik anhand zweier Regulierungsevaluationen im nachfolgenden Themenkomplex 3 dieser Studie angewandt. Hier werden die

- Auswirkungen der TAL-Entbündelung sowie die Einführung des Bitstrom-Zugangs auf die Investitionstätigkeit in Telekommunikationsmärkten als auch
- der Regulierungseffekt der Roaming-Entgelte auf Endverbraucherpreise und Nutzungsverhalten der Verbraucher

analysiert.

Natürlicherweise besteht zwischen Ex-post-Evaluation bereits erfolgter Regulierungsmaßnahmen und der Wirkungsprognose aktueller Regulierungsentscheidungen eine zeitliche Diskrepanz. Dies ist v.a. in einem dynamischen Marktumfeld wie der Telekommunikation der Fall. Besonders durch die Vielzahl an innovativen OTT-Diensten ist die Wettbewerbssituation sowie das Verbraucherverhalten konstanten Veränderung unterzogen (siehe auch Themenkomplex 1).

Dennoch sind Evaluationen vergangener Regulierungsmaßnahmen essenziell, um systematische Kausalzusammenhänge sowie derer Effektstärken zu identifizieren. Die Bestimmung relevanter Wettbewerbsparameter sowie Kontrollvariablen ist dem gleichzustellen. Durch zunehmend vielschichtigere Einflussfaktoren des TK-Sektors ist zwar mit einer Veränderung einzelner Wettbewerbsparameter zu rechnen, eine grundlegend andere Marktdynamik ist jedoch nicht zu erwarten. Ex-post-Evaluationen liefern somit einen Mehrwert zu Regulierungswirkungen auf Unternehmensanreize und Verbraucherverhalten.

Um die zeitliche Diskrepanz zwischen Marktentwicklung und Regulierungsmaßnahmen zu reduzieren, ist zum einen eine zukunftsfähige Ausgestaltung des gesetzlichen Regulierungsrahmens von Nöten. Dieser sollte Spielraum auch für vergleichsweise innovative Regulierungsansätze bieten. Zum anderen ist eine permanente Erhebung diverser Marktindikatoren sowie eine Vielzahl an gesamtwirtschaftlichen Kontrollvariablen essenziell. Wenn Regulierungsentscheidungen auf aktuelle Marktentwicklungen zugeschnitten sein sollen, so müssen diese Marktentwicklungen zunächst durch Daten auf einem möglichst geringen Aggregrationsgrad dokumentiert werden.

Zeitlich hochflexible Ansätze kann hier möglicherweise das vergleichsweise noch junge Forschungsfeld der algorithmenbasierten Regulierung („algorithmic regulation“) liefern (vgl. Yeung 2017). Hier wird auf Basis eines empirisch eindeutig nachgewiesenen Zusammenhangs ein mathematischer Algorithmus entwickelt, der anhand von im Vorfeld determinierten Zielvariablen eine Regulierungsmaßnahme

kurzfristig optimiert. Hierfür ist es notwendig, wie auch für eine fundierte empirische Ex-post-Evaluation, einer Regulierungsmaßnahme klare quantifizierbare Zielvariablen zuzuweisen. Auch ist bei einem solch automatisierten Regulierungsansatz das Potential für Wettbewerbsverzerrungen zu minimieren. Markt- oder Leistungsparameter, die empirisch als weniger relevant für den Wirkungszusammenhang nachgewiesen wurden und somit vom Algorithmus nur untergeordnet berücksichtigt werden, könnten zu Gunsten anderer höher gewichteter Indikatoren vernachlässigt werden. Dies ist besonders kritisch, wenn die untergeordneten Parameter gesellschaftlich wünschenswert sind. Auch müsste sichergestellt werden, dass eine ethisch korrekte Verwendung der Datenbasis durch den Algorithmus erfolgt.

Grundsätzlich befinden sich Konzepte von automatisierten Regulierungsmaßnahmen noch in einem Anfangsstadium, können jedoch in Zukunft eine Möglichkeit bieten, Regulierungsmaßnahmen kurzfristig den Marktgegebenheiten anzupassen - gerade in einem dynamischen Umfeld wie der Telekommunikation. Hierfür sind manche Regulierungsformen wahrscheinlich eher geeignet als andere. Grundsätzliche Fragestellungen, wie z.B. zu Netzneutralitätsklauseln oder Vectoring-Ausbau in Nahbereichen werden wohl schwieriger durch Algorithmen zu unterfüttern sein als persistente Eingriffe wie die Regulierung des TAL-Entgeltes auf Basis verschiedener Kosten- und Marktparameter.

Grundvoraussetzung einer jeden effizienten und zielgerichteten Regulierung ist es jedoch zunächst, belastbare Kausalzusammenhänge zu identifizieren. Eine Aussage über Regulierungsaufwand und -wirkung lassen sich nur mit Hilfe von Ex-post-Evaluationen ermitteln. So liefern sie auch in der Telekommunikation einen Mehrwert, wie die in diesem Themenkomplex angeführten Forschungsarbeiten zeigen. Je stärker die wissenschaftliche Evaluierung durch öffentliche Institutionen unterstützt wird, sei es durch permanente Datenerhebungen oder grenzüberschreitende Initiativen, desto zeit- und kosteneffizienter kann die Evaluation erfolgen – unabhängig, ob diese durch externe Wissenschaftler oder behördliche Organe erfolgt.

Literaturverzeichnis

Abadie, A., & Gardeazabal, J. (2006). The Economic Costs of Conflict: A Case Study of the Basque Country. *American Economic Review, Vol. 93*, S. 113-132.

Abadie, A., Diamond, A., & Hainmüller, J. (2012). Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program. *Journal of the American Statistical Association, Vol. 105*, S. 493-505.

Analysys Mason. (15. 09 2016). Von http://www.analysysmason.com/ abgerufen

Angrist, J. D. (1991). Instrumental Variables Estimation of Average Treatment Effects in Econometrics and Epidemiology. *NBER Working Paper, No. 115*.

Angrist, J. D. (2001). Estimation of Limited Dependent Variable Models with Dummy Endogenous Regressors: Simple Strategies for Empirical Practice. *Journal of Business and Economic Statistics, Vol. 19*, S. 1-16.

Angrist, J., Imbens, G., & Rubin, D. (1996). Identification of Causal Effects Using Instrumental Variables. *Journal of the American Statistical Association, Vol. 91*, S. 444-455.

Arellano, M. (2003). *Panel Data Econometrics.* Oxford: Oxford University Press, Oxford.

Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *Review of Economic Studies, Vol. 58*, S. 277-299.

Barth, A.-K., & Heimeshoff, U. (2014a). How large is the magnitude of fixed-mobile call substitution? Empirical evidence from 16 Europen countries. *Telecommunications Policy, Vol. 38*, S. 771-782.

Barth, A.-K., & Heimeshoff, U. (2014b). Does the growth of mobile markets cause the demise of fixed networks? - Evidence from the european union. *Telecommunications Policy, Vol. 38*, S. 945-960.

Briglauer, W. (2014). The impact of regulation and competition on the adoption of fibre-based broadband services: Recent evidence from the European Union member states. *Journal of Regulatory Economics, Vol. 46*, S. 51-79.

Briglauer, W., & Gugler, K. (2013). The deployment and penetration of high-speed fiber networks and services: Why are EU member states lagging behind? *Telecommunications Policy*, S. 819–835.

Bundeshaushaltsordnung, § 7 Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit, Kosten- und Leistungsrechnung, Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, Art 114, Abs. 2. (2015). *Zuletzt geändert durch Art. 8 Abs. 10 G v. 3.12.2015 I 2178*.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). (15. 09 2016). Von http://www.zukunft-breitband.de/Breitband/DE/Breitbandatlas/breitbandatlas_node.html abgerufen

Bureau van Dijk. (15. 09 2016). Von https://amadeus.bvdinfo.com abgerufen

Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications.* Cambridge: Cambridge University Press.

Cave, M., Majumdar, S., & Vogelsang, I. (2002). Structure, Regulation and Competition in the Telecommunications Industry. In M. Cave, S. Majumdar, & I. Vogelsang, *Handbook of Telecommunications Economics, Vol. 1* (S. 1-40).

Cullen International. (15. 09 2016). Von http://www.cullen-international.com/ abgerufen

Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2011). Broadband Infrastructure and Economic Growth. *The Economic Journal, Vol. 121*, S. 505–532.

Dehling, H., & Haupt, B. (2004). *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Dewenter, R., & Kruse, J. (2011). Calling party pays or receiving party pays? The diffusion of mobile telephony with endogenous regulation. *Information Economics and Policy, Vol. 23*, S. 107-117.

Duso, T., & Röller, L.-H. (2003). Endogenous deregulation: evidence from OECD countries. *Economics Letters, Vol. 18*, S. 67-71.

Friedman, D., & Sunder, S. (1994). *Experimental Methods, a Primer for Economists.* Cambridge: Cambridge University Press.

FTTH Council. (15. 09 2016). Von http://www.ftthcouncil.eu/ abgerufen

Grajek, M., & Kretschmer, T. (2009). Usage and diffusion of cellular telephony, 1998-2004. *International Journal of Industrial Organization, Vol. 27*, S. 238-249.

Grajek, M., & Röller, L.-H. (2012). Regulation and investment in network industries: Evidence from European telecoms. *Journal of Law and Economics, Vol. 55*, S. 189–216.

Greene, W. (2012). *Econometric Analysis* (7. Ausg.). Boston: Pearson Education.

Greenstein, S., McMaster, S., & Spiller, P. (1995). The Effect of Incentive Regulation on Infrastructure Modernization: Local Exchange Companies' Deployment of Digital Technology. *Journal of Economics & Management Strategy, Vol. 4*, S. 187–236.

Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica, Vol. 25*, S. 501-522.

Gruber, H. (2005). *The Economics of Mobile Telecommunications.* Cambridge: Cambridge University Press.

Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis.* Princeton: Princeton University Press.

Hayashi, F. (2000). *Econometrics.* Princeton: Princeton University Press.

Heckman, J., & Vyclatil, E. (2005). Structural Equations, Treatment Effects, and Econometric Policy Evaluation. *Econometrica, Vol. 73*, S. 669-738.

Heston, A., & Summers, R. (1991). The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950–1988. *Quarterly Journal of Economics, Vol. 106*, S. 327-368.

Imbens, G., & Rubin, D. (2015). *Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences: An Introduction.* Cambridge: Cambridge University Press.

INFORMA D&B. (15. 09 2016). Von http://www.informa.es/en/ abgerufen

International Telecommunication Union. (15. 09 2016). Von http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/wtid.aspx abgerufen

Kirchgässner, G., & Wolters, J. (2006). *Einführung in die moderne Zeitreihenanalyse.* München: Vahlen.

Lee, D. S., & Lemieux, T. (2010). Regression Discontinuity Designs in Economics. *Journal of Economic Literature, Vol. 48*, S. 281-355.

Lee, M.-j. (2005). *Micro-Econometrics for Policy, Program and Treatment Effects.* Oxford: Oxford University Press.

Ota, K. (2009). The Telecom Policy for Broadband Diffusion: A Case Study in Japan. In B. Preissl, J. Haucap, & P. Curwen, *Telecommunication MArkets, Drivers and Impediments* (S. 207-219). Heidelberg: Physica-Verlag.

Röller, L.-H., & Waverman, L. (2001). Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach. *American Economic Review, Vol. 91*, S. 909-923.

Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika, Vol. 70*, S. 41-55.

Shy, O. (2001). *The Economics of Network Industries.* Cambridge: Cambridge University Press.

Sims, C. A. (2010). But Economics Is Not an Experimental Science. *The Journal of Economic Perspectives, Vol. 24*, S. 59-68.

Staiger, D., & Stock, J. H. (1997). Instrumental Variables Regression with Weak Instrument. *Econometrica, Vol. 65*, S. 557-586.

Stoneman, P. (2002). *The Economics of Technological Diffusion.* Oxford: Blackwell Publishers.

Tirole, J. (1986). Procurement and renegotiation, Vol. 94. *Journal of Political Econom*, S. 235-259.

Vogelsang, I. (2010a). The Tension Between Incentive Regulation and Investments in Network Industries. *CESifo DICE Report, Vol. 8*, S. 13-18.

Vogelsang, I. (2010b). The relationship between mobile and fixed-line communications: A survey. *Information Economics and Policy, Vol. 22*, S. 4-17.

Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (20. 09 2016). Evaluierung wirtschaftspolitischer Fördermaßnahmen als Element einer evidenzbasierten Wirtschaftspolitik.

Wooldridge, J. M. (2000). *Introductory Econometrics: A Modern Approach.* Cincinnati: South-Western College Publishing.

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (2 Ausg.). Cambridge: The MIT Press.

Yeung, Karen (2017): Algorithmic Regulation: A Critical Interrogation, in: Regulation & Governance, online verfügbar unter: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rego.12158/full.

Zenhäusern, P. (2007). Plaut Economics Database.

Anhang

Tabelle A-1:
Literatur zur Substitution von Festnetz- und Mobilfunk

Autoren	Land/Zeitraum	Ergebnis	Methode	Variablen
Sung und Lee (2002)	Sürdkorea (1991-1998)	substitutiv	Statisches Panelmodell	Anzahl Festnetzanschlüsse, Veränderungen Festnetzanschlüsse, Zugangsgebühren
Yoon und Song (2003)	Südkorea (1997-2002)	substitutiv	Seemingly Unrelated Regression-Modell	Festnetz-Festnetz-/Festnetz-Mobilfunk-/Mobilfunk-Mobilfunk/Mobilfunk-Festnetzverkehr, Preise, Netzwerkgrößen
Sung (2003)	Südkorea (1993-1997)	substitutiv	Simultanes Mehrgleichungsmodell	Gesprächspreise, Wettbewerbsindikator
Ahn et al. (2004)	Südkorea (1996-2002)	substitutiv	Mehrgleichungsmodell, Generalized Method of Moments	Anteil Gesprächsminuten für unterschiedliche Gesprächsarten, Preise, Anzahl Anschlüsse
Rhee und Park (2011)	Südkorea (2007)	komplementär	Diskretes Wahlhandlungsmodell, Hierarchical Bayes-Ansatz	Wahlentscheidungen von Probanden aus einer Telefonumfrage
Rodini et al. (2003)	USA (2000-2001)	substitutiv	Logit-Regressionsmodell	Zugangs- und Minutenpreise
Ward und Woroch (2004)	USA (1999-2001)	substitutiv/komplementär	Nachfrageschätzung (Almost Ideal Demand System)	Anteil Gesprächsminuten Festnetz, Mobilfunk-/Festnetznutzung und -preise
Ingraham und Sidak (2004)	USA (1999-2001)	substitutiv	Statisches Panelmodell	Mobilfunknutzung in Minuten, Festnetzpreise

Ward und Woroch (2010)	USA (2001-2007)	substitutiv	Probit-Regressions-modell, Differenzen-in-Differenzen-Ansatz	Mobilfunkan-schlüsse, Haus-haltsinformatio-nen, Rechnungsda-ten
Caves (2011)	USA (2001-2007)	substitutiv	Einzel- und Mehrglei-chungs-modelle	Festnetz- und Mo-bilfunkanschlüsse
Gruber und Ver-boven (2001)	140 Länder (1981-1995)	komplementär	Logistisches Diffusi-onsmodell	Bevölkerung , Dif-fusionsgeschwin-digkeit, Konver-genz, Wettbe-werbsindikatoren
Barros und Cadíma (2002)	Portugal (1981-1999)	substitutiv	Simultanes Mehrgei-chungsmodell	Festnetz- und Mo-bilfunkpenetration , Minutenpreise
Horvarth und Maldoom (2002)	Großbritannien (1999-2001)	substitutiv	Strukturelles Modell, Probit-Ansatz	Festnetzausgaben, Internetanschlüsse
Madden und Coble-Neal (2004)	56 countries (1995-2000)	substitutiv	Dynamisches Panel-modell, Arellano-Bond-Schätzer	Festnetz- und Mo-bilfunkanschlüsse, Minutenpreise
Hamilton (2003)	25 afrikanische Länder (1985-1997)	komplementär	Statisches Panelmo-dell	Festnetz- und Mo-bilfunkpenetration, regulatorische Va-riablen
Hodge (2005)	Südafrika (1998-2001)	substitutiv/kom-plementär	Deskriptive Analyse basierend auf Unter-schieden in Relativ-preisen	Anschlusspreise, monatliche Grund-gebühren, Minu-tenpreise
Garbacz und Thompson (2007)	53 Entwicklungs-länder (1996-2003)	substitutiv/kom-plementär	Statisches Panelmo-dell	Penetrationsraten im Festnetz sowie Mobilfunk, Mobil-funk- und Festnetz-preise
Vagliasindi et al. (2006)	Osteuropa (2002)	substitutiv	Probit-Regressions-modell	Mobilfunknutzer & ausschließliche Mobilfunknutzer, Umfang Internet-nutzung
Heimeshoff (2008)	OECD (1990-2003)	substitutiv	Statisches Panelmo-dell	Festnetz- und Mo-bilfunkanschlüsse, Minutenpreise

Narayana (2010)	Indien (2003)	substitutiv	Logit-Regressionsmodell	Festnetz- und Mobilfunkanschlüsse, Zugangs- und Minutenpreise
Briglauer et al. (2010)	Österreich (2002-2007)	substitutiv	Fehlerkorrekturmodell	Inländischer Festnetztelefonieverkehr, Festnetz- und Mobilfunkanschlüsse, Minutenpreise
Ward und Zheng (2012)	China (1998-2007)	substitutiv	Dynamisches Panelmodell, Arellano-Bond-Schätzer	Festnetz- und Mobilanschlüsse pro Kopf
Suarez und García-Marinoso (2013)	Spanien (2004-2009)	substitutiv	Logit-Regressionsmodell	Gesprächspreise, Ausgaben für Telefonie, Internetverfügbarkeit

Quelle: Barth & Heimeshoff (2014).