



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Direktion für Wirtschaftspolitik

**Urs Müller,
Claudio Segovia,
Cesare Scherrer,
Necip Babuc**

**Produktivität und
Finanzierung von
Verkehrsinfrastrukturen**

Erreichbarkeit und
Wirtschaftsentwicklung

**Strukturberichterstattung
Nr. 48/5**

**Studie im Auftrag des
Staatssekretariats für Wirtschaft**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Direktion für Wirtschaftspolitik

Strukturberichterstattung Nr. 48/5

**Urs Müller,
Claudio Segovia,
Cesare Scherrer,
Necip Babuc**

Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen

Erreichbarkeit und
Wirtschaftsentwicklung

Bern, 2011

**Studie im Auftrag des
Staatssekretariats für Wirtschaft**

Vorwort

Das Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) hat fünf Studien, die sich mit der Produktivität und dem volkswirtschaftlichem Nutzen der Verkehrssysteme befassen, an Forschungsstellen vergeben.

Ziel der ersten Studie war es, die Produktivität bzw. Effizienz von Schweizer Verkehrsunternehmen im internationalen Kontext zu ermitteln. Neben der Analyse der Produktivität wurde auch der Zusammenhang zwischen verschiedenen national und international angewandten Finanzierungsmodellen und dem erzielten Produktivitätsniveau der Verkehrsinfrastrukturen und der darauf angebotenen Dienstleistungen analysiert.

Im Zentrum der zweiten Studie stand die Frage nach der Definition der Grundversorgung im Verkehr als wichtigem Teil des Infrastrukturbereichs und nach den aus volkswirtschaftlicher Sicht effizienten Ansätzen zur Zielerreichung in der Grundversorgung um Umsetzung weiterer politischer Anliegen.

In der dritten Studie ging es darum, die verschiedenen, derzeit zur Diskussion gestellten Finanzierungsansätze für die Deckung der volkswirtschaftlichen Kosten im Verkehrsbereich aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht zu werten, dies mit Fokus auf den individuellen Nutzen für den einzelnen Wirtschaftsakteur und eine verursachergerechte Kostenanlastung.

Die vierte Studie untersuchte die Kosten und Nutzen von grossen Infrastrukturprojekten auf Stufe MS-Regionen. Ex-post wurde analysiert, welche wirtschaftlichen Effekte in den durch zwei ausgewählte Grossprojekte im Bereich der Verkehrsinfrastrukturen besser erschlossenen Regionen in Form von Beschäftigung und Produktivitätszunahme anfielen.

Die fünfte Studie legte den Fokus auf die Frage, ob und in welchem Mass bessere Erschliessung dank Reisezeitverkürzungen zu einer überdurchschnittlichen Wertschöpfungssteigerung in der betreffenden Region beitragen. Die Studie zeigt auch, welche Effekte auf das Bruttoinlandprodukt der Schweiz von den Reisezeitverkürzungen dank des Gotthard-Basistunnels zu erwarten sind.

Die Resultate der Forschungsarbeiten werden in den vorliegenden fünf Bänden vorgestellt.

Inhaltsverzeichnis

1	Executive Summary	9
2	Einleitung	16
2.1	Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastruktur.....	16
2.2	Wachstumsrelevante Effekte von Grossprojekten und die Wirkung der Anbindung an internationale Infrastrukturnetze	17
2.3	Aufbau der Studie.....	22
3	Theorie	24
3.1	Transmissionskanäle zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität	24
3.1.1	Neoklassische Wachstumstheorie	24
3.1.1.1	Exogene Wachstumstheorie.....	24
3.1.1.2	Endogene Wachstumstheorie.....	26
3.1.1.3	Reduzierte Form	29
3.1.2	Erreichbarkeit als Residualfaktor	33
3.2	Literatur	37
4	Forschungsplan	41
4.1	Überblick	41
4.2	Strukturmodelle.....	46
4.2.1	Querschnittsmodell	49
4.2.2	Panelmodell	50
4.3	Vektorautoregressive Modelle	52
5	Daten	54
5.1	Abhängige Variable.....	54
5.2	Unabhängige Variablen	55
5.2.1	Standortfaktor Erreichbarkeit.....	55
5.2.1.1	Transmissionsmechanismus.....	55
5.2.1.2	Messung	56
5.2.1.3	Stylized Facts	67
5.2.1.4	Vorzeichenhypothese	81
5.2.2	Übrige Standortfaktoren.....	81
5.2.2.1	Regulierung	81
5.2.2.1.1	Transmissionsmechanismus.....	81
5.2.2.1.2	Messung	82
5.2.2.1.3	Vorzeichenhypothese	82
5.2.2.2	Besteuerung.....	83
5.2.2.2.1	Transmissionsmechanismus.....	83

5.2.2.2.2	Messung	84
5.2.2.2.3	Vorzeichenhypothese	84
5.2.2.3	Innovation	85
5.2.2.3.1	Transmissionsmechanismus	85
5.2.2.3.2	Messung	85
5.2.2.3.3	Vorzeichenhypothese	86
5.2.3	Übrige Variablen	86
5.2.3.1	Konjunktur	86
5.2.3.2	Konvergenz	86
5.2.3.3	Fehlerkorrekturterm	86
6	Empirische Ergebnisse	88
6.1	Strukturmodelle	89
6.1.1	Querschnittsmodell	89
6.1.1.1	Gesamterreichbarkeit	89
6.1.1.2	Transport- und Geographie-Erreichbarkeit	93
6.1.2	Panelmodell	95
6.1.2.1	Einheitswurzel-Tests	96
6.1.2.2	Kointegrations-Tests	99
6.1.2.3	Regressionen	104
6.1.2.3.1	Mit einer Kointegrationsbeziehung	107
6.1.2.3.2	Ohne Kointegrationsbeziehung	108
6.2	Vektorautoregressive Modelle	110
6.2.1	Impuls-Antwort-Funktionen	110
6.2.2	Granger-Kausalitätstests	113
7	Weitere Aspekte	115
7.1	Wachstumseffekte von Grossprojekten	115
7.1.1	Veränderung der Erreichbarkeit	116
7.1.2	Veränderung des BIP pro Kopf / BIP und Amortisation	119
7.2	Differenzierung nach Branchenaggregaten	120
8	Schlussfolgerungen	124
8.1	Zusammenfassung der empirischen Ergebnisse	124
8.1.1	Strukturmodelle, Querschnittsmodell	124
8.1.2	Strukturmodelle, Panelmodell	125
8.1.3	Vektorautoregressive Modelle	125
8.1.4	Fazit	125
8.2	Wirtschaftspolitische Implikationen	127
8.2.1	Erreichbarkeit fördern?	127
8.2.2	Welcher Blickwinkel?	127
8.2.3	Risiken schlechter Erreichbarkeit (Fokus Schweiz)?	128
8.2.4	Rentabilität eines konkreten Verkehrsprojekts?	129
8.2.5	Welcher Verkehrsträger?	130

8.2.6	Verkehrsinfrastruktur oder Verkehrsdienstleistungen?.....	130
8.2.7	Fazit.....	133
9	Anhang	134
9.1	Regionen	134
9.1.1	Europäische Stichprobe, 202 NUTS2-Regionen	134
9.1.2	Schweizer Stichprobe, 106 MS-Regionen	143
9.2	Regressionsvariablen und Quellen.....	149
9.3	Erreichbarkeit: Landkarten	150
9.4	Branchenaufteilung.....	163
10	Literaturverzeichnis.....	164

Tabellenverzeichnis

Tab. 1-1	Geschätzte Koeffizienten des Querschnitts-Strukturmodells für verschiedene Verkehrsträger	13
Tab. 3-1	Zusammenfassung der zu überprüfenden theoretischen Modelle.....	33
Tab. 3-2	Ausgewählte empirische Studien	38
Tab. 4-1	Zu testende theoretische Gleichungen	41
Tab. 4-2	Abhängige Variablen	43
Tab. 4-3	Unabhängige Variablen: Europa	44
Tab. 4-4	Unabhängige Variablen: Schweiz.....	45
Tab. 4-5	Schätzgleichungen der zu testenden theoretischen Gleichungen: Querschnittsmodell	49
Tab. 4-6	Schätzgleichungen der zu testenden theoretischen Gleichungen: Panelmodell	50
Tab. 5-1	Erreichbarkeitskonzept von BAKBASEL.....	56
Tab. 5-2	Stufen der Erreichbarkeit.....	62
Tab. 5-3	Zusammenfassung der β -Werte und Halbwerts widerstände.....	64
Tab. 5-4	Reisezeit: Vorhandene Jahre.....	65
Tab. 5-5	Korrelation: Erreichbarkeit und BIP pro Kopf, multimodal, Europa, 1991-2008	72
Tab. 5-6	Korrelation: Erreichbarkeit und BIP pro Kopf, öffentlicher Verkehr, Schweiz, 1991-2008.....	79
Tab. 6-1	Regressionsoutput: Strukturmodell, Querschnitt, Gesamterreichbarkeit, multimodal, Europa	89
Tab. 6-2	Koeffizienten der Gesamt-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Querschnitt.....	92
Tab. 6-3	Koeffizienten der Transport- und Geographie-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Querschnitt.....	94
Tab. 6-4	Einheitswurzel-Tests: Europa	97
Tab. 6-5	Einheitswurzel-Tests: Schweiz.....	99
Tab. 6-6	Kointegrations-Tests: Europa	102
Tab. 6-7	Kointegrations-Tests: Schweiz.....	103
Tab. 6-8	Likelihood-Ratio-Tests	105
Tab. 6-9	Hausman-Tests	106
Tab. 6-10	Koeffizienten der Gesamt-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Panel, mit Kointegration.....	107
Tab. 6-11	Koeffizienten der Gesamt-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Panel, ohne Kointegration	109
Tab. 7-1	Ausmass der Reisezeitverkürzung: Schweiz.....	117

Tab. 7-2	Koeffizienten für die Simulation.....	119
Tab. 7-3	Koeffizienten der Gesamt-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Querschnitt, nach Branchen	122
Tab. 9-1	Österreich	134
Tab. 9-2	Belgien	134
Tab. 9-3	Schweiz	135
Tab. 9-4	Deutschland	135
Tab. 9-5	Dänemark	136
Tab. 9-6	Spanien	137
Tab. 9-7	Finnland.....	137
Tab. 9-8	Frankreich.....	138
Tab. 9-9	Irland	138
Tab. 9-10	Italien.....	139
Tab. 9-11	Niederlande.....	140
Tab. 9-12	Norwegen	140
Tab. 9-13	Schweden	141
Tab. 9-14	Vereinigtes Königreich.....	141
Tab. 9-15	Zürich	143
Tab. 9-16	Bern	143
Tab. 9-17	Luzern	144
Tab. 9-18	Uri.....	144
Tab. 9-19	Schwyz	144
Tab. 9-20	Obwalden	144
Tab. 9-21	Nidwalden.....	144
Tab. 9-22	Glarus.....	144
Tab. 9-23	Zug	145
Tab. 9-24	Fribourg.....	145
Tab. 9-25	Solothurn	145
Tab. 9-26	Basel-Stadt.....	145
Tab. 9-27	Basel-Landschaft	145
Tab. 9-28	Schaffhausen	146
Tab. 9-29	Appenzell Ausserrhoden	146
Tab. 9-30	Appenzell Innerrhoden	146
Tab. 9-31	St. Gallen	146
Tab. 9-32	Graubünden	147
Tab. 9-33	Aargau.....	147
Tab. 9-34	Thurgau.....	147
Tab. 9-35	Ticino	148
Tab. 9-36	Vaud.....	148
Tab. 9-37	Valais	148
Tab. 9-38	Neuchâtel	149
Tab. 9-39	Genève	149

Tab. 9-40	Jura.....	149
Tab. 9-41	Regressionsvariablen und Quellen: Europäische Stichprobe	149
Tab. 9-42	Regressionsvariablen und Quellen: Schweizer Stichprobe	150
Tab. 9-43	Branchenaufteilung.....	163

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1	Ökonomische Wirkungskette von Investitionen in Verkehrssysteme	36
Abb. 4-1	Programmablaufplan Strukturmodelle	48
Abb. 5-1	Unterteilung der Gesamterreichbarkeit.....	60
Abb. 5-2	Diskontfaktoren: Reisezeit	63
Abb. 5-3	Diskontfaktoren: Geographische Distanz.....	63
Abb. 5-4	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Multimodal, Europa, 2000-2008	69
Abb. 5-5	Geographie-Erreichbarkeitsindex: Alle Verkehrsträger, Europa, 2000-2008	70
Abb. 5-6	Transport-Erreichbarkeitsindex: Multimodal, Europa, 2000-2008.....	71
Abb. 5-7	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Niveau-Niveau, multimodal, Europa, 1991-2008	73
Abb. 5-8	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Wachstum-Wachstum, multimodal, Europa, 1991-2008	74
Abb. 5-9	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Niveau-Wachstum, multimodal, Europa, 1991-2008.....	74
Abb. 5-10	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Öffentlicher Verkehr, Schweiz, 2000-2008	76
Abb. 5-11	Geographie-Erreichbarkeitsindex: Alle Verkehrsträger, Schweiz, 2000-2008.....	77
Abb. 5-12	Transport-Erreichbarkeitsindex: Öffentlicher Verkehr, Schweiz, 2000-2008	78
Abb. 5-13	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Niveau-Niveau, öffentlicher Verkehr, Schweiz, 1991-2008	80
Abb. 5-14	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Wachstum-Wachstum, öffentlicher Verkehr, Schweiz, 1991-2008	80
Abb. 5-15	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Niveau-Wachstum, öffentlicher Verkehr, Schweiz, 1991-2008	81
Abb. 6-1	Impuls-Antwort-Funktion: Gesamterreichbarkeit, multimodal, Europa.....	111
Abb. 6-2	Impuls-Antwort-Funktion: Gesamterreichbarkeit, Schiene, Europa.....	111
Abb. 6-3	Impuls-Antwort-Funktion: Gesamterreichbarkeit, Strasse, Europa.....	112
Abb. 7-1	Verbesserung der ÖV-Erreichbarkeit: Schweiz	118
Abb. 9-1	Gesamterreichbarkeits-Index: Europa, multimodal, 2000-2008	151
Abb. 9-2	Gesamterreichbarkeits-Index: Europa, Schiene, 2000-2008	152
Abb. 9-3	Gesamterreichbarkeits-Index: Europa, Strasse, 2000-2008	153

Abb. 9-4	Geographie-Erreichbarkeits-Index: Europa, alle Verkehrsträger, 2000-2008	154
Abb. 9-5	Transport-Erreichbarkeits-Index: Europa, multimodal, 2000-2008.....	155
Abb. 9-6	Transport-Erreichbarkeits-Index: Europa, Schiene, 2000-2008.....	156
Abb. 9-7	Transport-Erreichbarkeits-Index: Europa, Strasse, 2000-2008.....	157
Abb. 9-8	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, öffentlicher Verkehr, 2000-2008	158
Abb. 9-9	Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, motorisierter Individualverkehr, 2000-2008	159
Abb. 9-10	Geographie-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, alle Verkehrsträger, 2000-2008	160
Abb. 9-11	Transport-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, öffentlicher Verkehr, 2000-2008	161
Abb. 9-12	Transport-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, motorisierter Individualverkehr, 2000-2008	162

1 Executive Summary

Erreichbarkeit ist wichtig für die wirtschaftliche Prosperität einer Region. Dieser Umstand kann nicht nur aus der ökonomischen Theorie hergeleitet, sondern auch empirisch validiert werden. Eine Erhöhung der Erreichbarkeit führt bei allen Verkehrsträgern zu einer Erhöhung des regionalen Bruttoinlandsprodukts (BIP) pro Kopf. Erreichbarkeit ist demnach ein wachstumsrelevanter Standortvorteil. Gleichzeitig muss jedoch auch die Frage nach der volkswirtschaftlichen Rentabilität grosser Verkehrsinfrastrukturprojekte gestellt werden. Diese Frage ist aus Sicht der Steuerzahler sehr legitim, da für den Bau der Infrastruktur öffentliche Mittel in Milliardenhöhe verwendet werden.

In der vorliegenden Studie untersucht BAKBASEL im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft (SECO) den volkswirtschaftlichen Nutzen von grossen Infrastrukturprojekten und in geringerem Mass das Verhältnis zu deren Kosten. Die Studie ist Teil eines grösseren Forschungsprojekts, in dem die Finanzierung und Produktivität der Schweizer Verkehrsinfrastrukturen beurteilt werden soll.

Zur Messung des volkswirtschaftlichen Nutzens stehen grundsätzlich zwei Konzepte zur Verfügung. Das erste Konzept ist die Messung der Wirkung eines konkreten Verkehrsprojektes. Dies ist in der Praxis schwierig, da sich vom Projektbeschluss bis zur Inbetriebnahme eine Vielzahl von Rahmenbedingungen sowohl an den Orten, die vom Projekt profitieren, als auch in Konkurrenzorten ändern. Die lange Bauzeit von Grossprojekten verstärkt dieses Problem der Isolierung des «reinen» Projekteffektes noch zusätzlich.

Deshalb wird von BAKBASEL seit vielen Jahren das Konzept der Rendite einer verbesserten Erreichbarkeit bevorzugt. Dabei ist unerheblich, ob die Erreichbarkeit das Resultat von teuren oder günstigen Verkehrsinfrastrukturprojekten ist. Relevant ist einzig die benötigte Zeit, um von A nach B zu gelangen. Diese Erreichbarkeit kann für alle Orte gemessen werden. In einem zweiten Schritt kann mit Hilfe ökonomischer Modelle der Einfluss der Erreichbarkeit auf die Wirtschaftsentwicklung geschätzt werden. Gemessen wird folglich nicht der Return on Investment eines spezifischen Projekts, sondern der Return on Improved Accessibility. Abschliessend kann der durch die verbesserte Erreichbarkeit erzielte Nutzengewinn zu den dazu aufgewendeten Kosten in Beziehung gesetzt werden.

In der ökonomischen Wachstumstheorie kann Erreichbarkeit als Teil der totalen Faktorproduktivität verstanden werden. Sie ist ein Standortfaktor, der die Effizienz des gesamten Produktionsprozesses steigert. Dies geht vonstatten, indem durch eine gute Erreichbarkeit die Kosten von wirtschaftlichen Transaktionen gesenkt werden. Dadurch sinken die Gestehungskosten wirtschaftlicher Leis-

tungen und die Volkswirtschaft wird produktiver. Zudem kann eine interregionale Arbeitsteilung entstehen. Diese führt ihrerseits zu Spezialisierung und Skaleneffekten, was wiederum die Produktivität steigert. Rein theoretisch ist deshalb ein positiver Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität zu erwarten.

Um diesen theoretischen Zusammenhang empirisch zu überprüfen, werden Methoden der induktiven Statistik, konkret lineare Regressionsanalysen, verwendet. Abhängige Variable ist das Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf. Die unabhängigen Variablen umfassen verschiedene Erreichbarkeitsindizes und weitere Standortfaktoren. Der Fokus liegt dabei auf den Erreichbarkeitsindizes. Die weiteren Standortfaktoren werden nur als Kontrollvariablen verwendet, um einer möglichen Verzerrung durch vergessene Variablen bestmöglich vorzubeugen.

Der verwendete Datensatz besteht aus zwei Stichproben. Die erste umfasst 202 westeuropäische NUTS2-Regionen im Zeitraum 1990-2008. Sie soll Charakteristika von grossen, in sich geschlossenen, funktionalen Räumen abbilden. Die zweite Stichprobe besteht aus 106 schweizerischen MS-Regionen im Zeitraum 1990-2008. Sie erfasst die Eigenschaften von kleinen, offenen, nicht-funktionalen Räumen. Von der Form her sind beide Stichproben longitudinale Datensätze (Panels).

Zunächst werden Strukturmodelle spezifiziert. Diese werden sowohl in einer reinen Querschnitts- als auch in einer Panelform analysiert, wobei jeweils sowohl Niveau- als auch Differenzgleichungen geschätzt werden. Darüber hinaus wird überprüft, ob dieser Ansatz mit dem Instrumentarium von Vektorautoregressiven Modellen sinnvoll ergänzt werden kann.

Da die zeitliche Beziehung zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität komplex ist, wird als Hauptspezifikation die Niveaugleichung des Querschnittsmodells gewählt. Mit dieser Spezifikation werden de facto Gleichgewichtszustände miteinander verglichen. Sie wird gebildet, indem über den Zeitraum 1991-2008 für jede Region Durchschnittswerte berechnet werden. Alle anderen Spezifikationen (Differenzgleichungen, Panelmodell, Vektorautoregressive Modelle) dienen dazu, die Robustheit und Sensitivität der Hauptspezifikation zu testen. Es geht bei diesen Regressionen deshalb nicht darum, den besten Koeffizienten zu finden, sondern lediglich darum, eventuelle Abweichungen zu den Koeffizienten der Hauptspezifikation aufzudecken.

In dieser Studie liegt der Fokus auf den Erreichbarkeitsindizes. Deshalb wird ein detailliertes Konzept zur Messung dieser auf den ersten Blick unklaren Variable entwickelt. Unter Erreichbarkeit wird verstanden, wie gut aus einer Region heraus ökonomische Betätigungsmöglichkeiten erreicht werden können. Dabei wird das relative BIP jedes Zielortes (und auch des Ursprungsortes) mit einem Wert

multipliziert, der umso kleiner ist, je weiter weg der Zielort liegt. Jeder Region wird dabei als Ursprungs- oder Zielort die jeweilige Kernstadt zugeordnet. Mittels eines Parameters kann die Halbwertszeit/-distanz des relativen BIP bestimmt werden. Diese gibt an, nach wie vielen Minuten oder Kilometern das relative BIP eines Zielortes nur noch halb so viel Wert ist, wie wenn es sich direkt im Ursprungsort befinden würde. Abschliessend wird die Summe aus den abdiskontierten relativen BIP gebildet und indexiert, um einen einfachen Vergleich zwischen den Regionen zu erlauben.

Fliesst die Reisezeit als Mass der Entfernung ein, wird diese in der europäischen Stichprobe für die Verkehrsträger multimodal (beste Kombination aus Luft-, Schienen- und Strassenverkehr), Schiene und Strasse erhoben, in der Schweizer Stichprobe für den öffentlichen und den motorisierten Individualverkehr. Zusätzlich wird in den beiden Stichproben mit unterschiedlichen Halbwertszeiten/-distanzen gerechnet. In der europäischen Stichprobe betragen diese rund 140 Minuten oder 410 Kilometer. In etwa zwei Stunden lässt sich normalerweise das Zentrum des benachbarten funktionalen Raums erreichen. In der europäischen Stichprobe wird demnach das Reisen zwischen funktionalen Regionen betrachtet, das ein Merkmal des internationalen Geschäftsreiseverkehrs ist. In der Schweizer Stichprobe betragen Halbwertszeit/-distanz rund 15 Minuten/15 Kilometer und sind damit um einiges kürzer. Pendlerstrecken – also eine Verbindung zwischen zwei nicht-funktionalen Räumen – schliessen häufig eine Fahrt von 15 Minuten oder 15 Kilometern zwischen Knoten ein.

Am Beispiel des multimodalen (europäische Stichprobe) und des öffentlichen Verkehrs (Schweizer Stichprobe) wird gezeigt, dass Regionen, die sich im wirtschaftlichen Gravitationszentrum Europas, respektive der Schweiz, befinden, allein schon durch ihre günstige geographische Lage oder das hohe Eigengewicht gut erreichbar sind. In der europäischen Stichprobe sind das Regionen, die im Dreieck «London-Paris-Ruhrgebiet» liegen. In der Schweizer Stichprobe ist das wirtschaftliche Gravitationszentrum Zürich. Basel und Genf sind vor allem ob des hohen Eigengewichts ebenfalls gut erreichbar. Gleichzeitig stechen in beiden Stichproben auch periphere Regionen mit guter Erreichbarkeit hervor. Dies ist ein Indiz dafür, dass Erreichbarkeit nicht nur vom Schicksal – der Lage –, sondern auch durch Gestaltbarkeit geprägt ist.

Aus diesem Grund wird in einem nächsten Schritt die Gesamterreichbarkeit in eine Geographie- und eine Transport-Erreichbarkeit unterteilt. Erstere misst dabei nur die geographische Lage. Wird diese von der Gesamterreichbarkeit subtrahiert erhält man ein Residuum, das den Effekt der von Menschen geschaffenen Transportsysteme erfasst. Dabei wird deutlich, dass einige periphere Regionen über gute Transportsysteme verfügen, mit welchen sie die ungünstige geographische Lage zu einem gewissen Grad wettmachen können. In der euro-

päischen Stichprobe sind dies Regionen wie beispielsweise Rom, Madrid, Dublin, Glasgow, Oslo, Kopenhagen, Stockholm oder Wien. In der Schweizer Stichprobe fallen im Vergleich zu ihrer Lage der Arc Lémanique, die Achse Neuenburg-Yverdon und auch das Wallis (ohne Goms) auf. Das Wallis, obwohl wirtschaftsschwach und peripher gelegen, profitiert von den Schnellzugsverbindungen nach Lausanne und Bern. Gleichzeitig verfügen einige sehr zentrale Regionen wie die Franche Comté und das Tirol (Europa) oder die MS-Regionen Schwarzwasser, Willisau, Mutschellen und Appenzell Innerrhoden (Schweiz) über keine guten Verkehrsverbindungen.

Nun kann der Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und Wirtschaftsentwicklung anhand von Regressionsmodellen empirisch untersucht werden. Die Ergebnisse der Hauptspezifikation (Querschnitts-Strukturmodell) sind in Tab. 1-1 zusammengefasst. Das Resultat für die Gesamterreichbarkeit ist eindeutig: Der Einfluss der Erreichbarkeit auf die wirtschaftliche Prosperität (gemessen als BIP pro Kopf) ist positiv und statistisch signifikant. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht nur in der Hauptspezifikation ersichtlich. Die verschiedenen Modelle, Methoden und Datensets führen praktisch einhellig zum selben Ergebnis: Erreichbarkeit ist wichtig für die regionale Entwicklung. Eine bessere Erreichbarkeit fördert die regionale Wirtschaft. Auch wenn die Koeffizienten in den verschiedenen geschätzten Gleichungen zum Teil deutlich voneinander abweichen, steht das positive Vorzeichen des Einflusses ausser Frage. Folglich haben Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur, soweit sie zu einer Reduktion der Reisezeiten führen, einen positiven Wachstumseffekt.

Wird der Effekt der Erreichbarkeit unterteilt, so zeigt sich, dass in der Schweiz der öffentliche Verkehr für die regionale Wirtschaftsentwicklung entscheidender ist als der motorisierte Individualverkehr. Auch auf europäischer Ebene ist die Schienenreichbarkeit wichtiger als die Strassenerreichbarkeit. Unterteilt man zudem die Gesamterreichbarkeit (A) in die geographische Lage (G) und die Transportanstrengungen (T), welche zu einem grossen Teil auf Verkehrsinfrastrukturen und -dienstleistungen beruhen, so erweisen sich letztere als wichtiger für die Wirtschaftsentwicklung als die als exogen zu betrachtende geographische Lage. Das bedeutet, dass der Nachteil der peripheren Lage durch eine gute Verkehrsanbindung sowohl in der Schweiz als auch in Westeuropa (mit Ausnahme der Strassenerreichbarkeit) wettgemacht werden kann. In der Schweiz zeigt sich sogar, dass die geographische Lage für die wirtschaftliche Prosperität unerheblich ist. Relevant sind hingegen die Transportangebote.

Tab. 1-1 Geschätzte Koeffizienten des Querschnitts-Strukturmodells für verschiedene Verkehrsträger

		A	G	T
Europa	Multimodal	0.99 ***	0.01	1.07 ***
	Schiene	0.77 ***	0.23 ***	0.58 **
	Strasse	0.63 ***	0.28 ***	0.12
Schweiz	Öffentlicher Verkehr	1.21 ***	-0.23	2.30 ***
	Motorisierter Individualverkehr	0.41	-0.53	1.31 *

Bemerkungen:

- Abhängige Variable: durchschnittliches reales BIP (1991-2008) /durchschnittliche Bevölkerung (1991-2008)
 - Unabhängige Variablen: durchschnittliche Werte (1991-2008)
 - Alle Niveauewerte sind logarithmiert (zur Basis e).
 - Europa: 202 Beobachtungen, Schweiz: 106 Beobachtungen
 - *** ** * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.
 - Zweiseitige Hypothese: $H_0: \beta_1=0, H_1: \beta_1 \neq 0$
 - A: Gesamterreichbarkeit
 - G: Geographie-Erreichbarkeit
 - T: Transport-Erreichbarkeit
- Quelle: BAKBASEL

Unsere Berechnungen zeigen zudem, dass die Beeinflussung zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlichem Wohlstand – gemessen als BIP pro Kopf – in einer Niveaubetrachtung in beide Richtungen läuft. Einerseits gibt es einen Nachfrageeffekt, der über mehr Wohlstand und vermehrte Nachfrage nach Verkehrsdienstleistungen zu einer verbesserten Erreichbarkeit führt. Denn die erhöhte Nachfrage nach Verkehrsdienstleistungen wird in der Regel durch den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur befriedigt. Andererseits führt eine bessere Erreichbarkeit – also ein verbessertes Verkehrsdienstleistungsangebot – über eine erhöhte Standortqualität auch zu einer grösseren Wirtschaftsleistung. Gestützt auf eine Differenzenberechnung (Wachstumsraten) scheint der Effekt eher einseitig von der Erreichbarkeit auf das BIP pro Kopf auszugehen.

Mittels der empirischen Ergebnisse kann die volkswirtschaftliche Rentabilität von grossen Verkehrsinfrastrukturprojekten abgeschätzt werden. Dies wird exemplarisch am Beispiel des neuen Gotthard-Basistunnels illustriert. Zunächst wird die Annahme getroffen, dass die Fahrzeit von Arth-Goldau nach Bellinzona um eine Stunde sinkt, sonst aber alles gleich bleibt. Zudem wird definiert, in welchem Mass die einzelnen Regionen von der Fahrzeitverkürzung profitieren. Mit den verkürzten Reisezeiten kann die Schienen- (europäische Stichprobe) und die ÖV-Erreichbarkeit (Schweizer Stichprobe) neu berechnet und mit der heutigen Situation verglichen werden.

Die ÖV-Erreichbarkeit der 106 MS-Regionen der Schweiz verbessert sich durch die Gottharderöffnung im Schnitt geringfügig um 0.03 Prozent. Dieser geringe Effekt liegt primär darin begründet, dass im innerschweizerischen Kontext mit dem hohen Raumwiderstand des Pendlerverhaltens gerechnet wird. Im Modell der europäischen Bahnerreichbarkeit wird stattdessen mit dem Raumwiderstand des Geschäftsreisenden gerechnet, der wesentlich länger unterwegs ist (oder sein muss), um eine Geschäftsmöglichkeit zu erreichen. Da der Gotthard-Basistunnel primär erbaut wird, um die Anbindung der Schweiz an internationale Hochgeschwindigkeitslinien zu gewährleisten, ist die Zielgruppe klar diejenige der internationalen Geschäftsleute (und nicht die der Pendler). Deshalb sind die Daten des internationalen Modells für die volkswirtschaftliche Beurteilung von Verkehrsinfrastrukturen relevant. Hier liegt die Halbwertszeit bei gut zwei Stunden Fahrt. Entsprechend liegt der Gotthard für viel mehr Menschen in einer relevanten Entfernung, so dass der Erreichbarkeitswert der Schweizer (NUTS2)-Regionen im Schnitt um 0.76 Prozent zunimmt. Dies führt zu einem BIP-Anstieg von 1.1 bis 3.2 Milliarden Franken. Vergleicht man diese Werte mit den geschätzten Baukosten von 12 Milliarden Franken, so kann mit einem Rückfluss der in den Gotthard-Basistunnel investierten Mittel in Form von zusätzlichem BIP innerhalb von 4 bis 11 Jahren gerechnet werden.

Aus Sicht des Steuerzahlers, der de facto für die Baukosten aufkommt, muss die Periode des Mittelrückflusses indessen modifiziert werden. Da die Steuerquote in der Schweiz bei rund einem Drittel liegt, dauert die Zeitspanne bis zur Kostendeckung für die aggregierten öffentlichen Haushalte rund dreimal länger. Verglichen mit Investitionen im privaten Sektor, sind diese Rückzahlungszeiten eher lang.

Neben dem Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und BIP pro Kopf wird auch der Einfluss der Erreichbarkeit auf die Arbeitsproduktivität der Gesamtwirtschaft und von vier Branchenaggregaten untersucht. Da das Pendlermodell der Schweiz wiederum zu kleinräumig ist, werden im Folgenden nur die Ergebnisse der europäischen Stichprobe zusammengefasst. Aus der Studie folgt, dass auch zwischen Erreichbarkeit und der Produktivität der Gesamtwirtschaft ein positiver Zusammenhang besteht. Diese Beobachtung ist konsistent mit der ökonomischen Standorttheorie, welche durch die Arbeiten von Johann Heinrich von Thünen (Thünensche Ringe) begründet wurde. In dieser wird davon ausgegangen, dass sich die Handelsplätze in den regionalen Zentren befinden. Aufgrund der niedrigeren Transportkosten sind die Bodenflächen in der Nähe der Zentren am begehrtesten und demnach auch am teuersten. Langfristig können sich also nur die produktivsten Unternehmen im Zentrum halten. Da Zentren in der Regel auch gut erreichbar sind, ist der positive Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlichem Wohlstand nicht verwunderlich. Wiederum stellt sich jedoch die Frage, in welche Richtung die Kausalität verläuft.

Für die Branchenaggregate zeigen sich gemischte Ergebnisse. Die exportorientierten Branchen des tertiären Sektors werden von den Finanzdienstleistungen dominiert und hängen deshalb insbesondere vom multimodalen (v.a. Flug-) Verkehr ab. Die binnenmarktorientierten Branchen des tertiären Sektors (z.B. Detailhandel) sind vor allem in Städten angesiedelt. Da Städte in der Regel über eine gute Erreichbarkeit verfügen, zeigt sich auch ein positiver Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und Produktivität dieses Branchenaggregats. Das Gegenteil gilt für die Hightech-Branchen des primären und sekundären Sektors (z.B. Fahrzeugindustrie). Diese haben ihre Produktionsstätten in der Vergangenheit in weniger urbane Gegenden verlegt, weshalb ein schwach negativer Effekt zwischen Erreichbarkeit und Produktivität festgestellt werden kann. Bei den Lowtech-Branchen des primären und sekundären Sektors zeigt sich erneut ein stark positiver Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und Produktivität, was eher erstaunlich ist.

Abschliessend kann folgendes Fazit gezogen werden: Erreichbarkeit ist wichtig für die wirtschaftliche Prosperität und kann von der Politik aktiv beeinflusst werden. Sie muss dabei von der Warte international reisender Geschäftsleute und nicht intranationaler Pendler betrachtet werden. Für ein kleines, exportorientiertes Land wie die Schweiz ist eine gute Anbindung an die europäischen und globalen Wirtschaftsmetropolen zentral, damit ein wirtschaftlicher Austausch stattfinden kann. Ansonsten besteht die Gefahr, von den internationalen Wirtschaftsströmen abgeschnitten zu werden. Nichtsdestotrotz muss aufgrund der Knappheit der öffentlichen Mittel im Verkehrsbereich jedes Projekt auf seine volkswirtschaftliche Rentabilität hin überprüft werden. Dabei muss neben dem auf ein Projekt fokussierenden mikroökonomischen Ansatz auch der makroökonomische Ansatz Eingang finden. Eine Kombination der beiden Ansätze sollte ein relativ gutes Bild des «wahren» volkswirtschaftlichen Nutzens abgeben.

Ausserdem deutet die statistische Evidenz darauf hin, dass die Förderung der Schienen-Verkehrsträger (Schiene, ÖV) der wirtschaftlichen Prosperität förderlicher ist als diejenige der Strassen-Verkehrsträger (Strasse, MIV). In der europäischen Stichprobe zeigt auch der multimodale Verkehrsträger (wobei insbesondere der Flugverkehr ins Gewicht fällt) Potential. Qualitative Überlegungen führen zudem zum Schluss, dass Investitionen sowohl in Verkehrsinfrastruktur als auch in Verkehrsdienstleistungen von abnehmenden Grenzerträgen charakterisiert sind. Verkehrsinfrastruktur ist jedoch in der Regel kostenintensiver als Verkehrsdienstleistungen es sind. Da sich die Verkehrsinfrastruktur in Westeuropa und insbesondere in der Schweiz schon auf einem relativ hohen Niveau befindet, können sich Investitionen in Verkehrsdienstleistungen deshalb schon allein aufgrund des tieferen Preises als effizienter erweisen.

2 Einleitung

2.1 Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastruktur

Verkehrsinfrastrukturen sind netto von positiven Externalitäten gekennzeichnet. Folglich würden in einem freien Markt tendenziell zu wenige Verkehrsinfrastrukturen bereitgestellt. Aus diesem Grund übernimmt der Staat einen Grossteil der Finanzierung. Er steht hierbei jedoch vor einem Optimierungsproblem: Infrastrukturprojekte im Verkehrsbereich sind teuer – oft sogar sehr teuer. Die Kosten bestehen dabei nicht nur aus einmal anfallenden Investitionskosten, sondern auch aus wiederkehrenden Betriebs- und Unterhaltskosten. Gleichzeitig senkt ein effizientes Verkehrssystem jedoch Transaktionskosten, wodurch der gesamte Wirtschaftsprozess bei gleichem Faktoreinsatz mehr Wertschöpfung generieren kann. Er wird dadurch produktiver. Ein gutes Verkehrssystem wird damit zu einem wachstumsrelevanten Standortfaktor, insbesondere in einer zunehmend globalisierten Welt, in der Waren und Dienstleistungen schnell über grosse Strecken transportiert werden müssen.

In der Schweiz steht der Staat in zunehmendem Masse vor Finanzierungsschwierigkeiten. Laut *economiesuisse* wurden von den via Infrastrukturfonds bewilligten rund 20 Milliarden Franken, deren Nutzung auf 20 Jahre ausgelegt war, bereits 85 Prozent innerhalb der ersten drei Jahre Laufzeit (2008-2011) vergeben. Zudem werden im Zusammenhang mit dem Projekt «Finanzierung und Ausbau der Bahninfrastruktur (FABI)» und dem Strategischen Entwicklungsprogramm (STEP) Ausgaben in der Höhe von 42.6 Milliarden Franken bis in die Jahre 2040/2050 diskutiert (*economiesuisse* (2011)).

Die Knappheit der öffentlichen Gelder für den Verkehrsinfrastruktur-Bereich nötigt den Staat, seine Finanzierungspraktiken zu überdenken. Einerseits können zur Entlastung der staatlichen Fördermittel mehr Kosten den direkten Kostenverursachern angelastet werden. So entschied der Bundesrat beispielsweise, die Trassenpreise per 1. Januar 2013 zu erhöhen. Andererseits muss auch über die Effektivität und Effizienz der bestehenden Verkehrsinfrastrukturen nachgedacht werden. Erkenntnisse aus diesem Prozess können dann zusätzlich in die Entscheidung bezüglich des Baus neuer Verkehrsinfrastrukturen einfließen. In Zeiten knapper Ressourcen wird sich für den Staat nämlich in zunehmendem Masse die Frage stellen, mit welchem Projekt er die höchste Investitionsrendite generieren kann.

Um die Produktivität, die Finanzierung und den Einfluss auf das volkswirtschaftliche Potential der bestehenden Verkehrsinfrastrukturen beurteilen zu können,

schrrieb das Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) volkswirtschaftliche Studien aus. Der Fokus liegt insbesondere auf denjenigen Infrastrukturen, die ihre Vollkosten in absehbarer Zukunft betriebswirtschaftlich nicht selbst decken können werden. Da die Fragestellung sehr umfangreich und komplex ist, wird sie in die folgenden vier Teilprobleme untergliedert, die von verschiedenen Forschungsinstituten bearbeitet werden.

- Produktivität der Schweizer Verkehrsinfrastrukturnetze
- Grundversorgung aus volkswirtschaftlicher Sicht
- Ansätze zur verursachergerechteren Kostenanlastung
- Kosten und Nutzen von grossen Infrastrukturprojekten (ex post)

2.2 Wachstumsrelevante Effekte von Grossprojekten und die Wirkung der Anbindung an internationale Infrastrukturnetze

Das unabhängige ökonomische Forschungsinstitut BAK Basel Economics AG (BAKBASEL) beschäftigt sich in der vorliegenden Studie ausschliesslich mit dem letzten Punkt, der die ex post Beurteilung von Kosten und Nutzen grosser Verkehrsinfrastrukturprojekte zum Ziel hat. Um eine klare Vorstellung von der Fragestellung zu erhalten, müssen zunächst drei Punkte beleuchtet werden:

- Als Teilnehmer in dieser Optimierungsfrage nehmen wir alle zwei Rollen ein: Einerseits sind wir Steuerzahler und damit stark an den Kosten eines Verkehrsinfrastrukturprojekts interessiert. Schliesslich stehen diese in Konkurrenz zu anderen Verwendungszwecken von öffentlichen Geldern. Andererseits sind wir Verkehrsteilnehmer. In dieser Rolle ist für uns nicht relevant, wie teuer eine Verkehrsinvestition ist, sondern was sie an Zeitersparnis und allenfalls an Sicherheit bringt. Es ist ein wachstumsrelevanter Standortvorteil, wenn dank kürzerer Reisezeiten innerhalb einer bestimmten Zeitspanne der Unternehmer mehr Betätigungsmöglichkeiten und der Arbeitnehmer mehr Anstellungsmöglichkeiten erreichen kann. Für die Volkswirtschaft insgesamt ergibt sich damit ein Optimierungsproblem, in dem ein möglichst günstiges Verhältnis von Kosten und Nutzengewinn gefunden werden muss.
- Kosten und Nutzengewinn eines Verkehrsinfrastrukturprojekts können von zwei Blickwinkeln her betrachtet werden: In einer betriebswirtschaftlichen Perspektive sind die Geldflüsse relevant, die den Betreibern der Verkehrsinfrastruktur netto zufließen. Sind diese negativ, wird das Projekt nicht umgesetzt. Wie bereits erwähnt wurde, sind Verkehrsinfrastrukturen jedoch netto

von positiven Externalitäten gekennzeichnet. Der volkswirtschaftliche Nutzengewinn ist deshalb grösser als der betriebswirtschaftliche und beinhaltet diesen als Teilmenge. Wird nur die betriebswirtschaftliche Sichtweise eingenommen, kann es also sein, dass gewisse für die Volkswirtschaft insgesamt vorteilhafte Projekte nicht umgesetzt werden. Um die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt zu maximieren, muss demnach die volkswirtschaftliche Perspektive eingenommen werden.

- Es muss entschieden werden, in welchem inhaltlichen Kontext die Kosten und der Nutzen betrachtet werden. Zwischen volkswirtschaftlicher Effizienz, räumlicher Gleichheit und nachhaltiger Umwelt können Zielkonflikte bestehen. Es drängt sich daher die Frage auf, ob eine ökonomische, soziale oder ökologische Zielfunktion gewählt werden soll. Im Rahmen dieser Studie wird eine Zielfunktion formuliert, in der volkswirtschaftliche Grössen (wie z.B. das Bruttoinlandsprodukt, BIP) dominant sind.

Das zweite Teilproblem vereint somit sowohl Fragen der Effektivität als auch der Effizienz. Zunächst muss beantwortet werden, ob mit der Förderung der Verkehrssysteme überhaupt das Richtige getan wird. Anschliessend muss bedacht werden, dass die öffentlichen Mittel für die Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen knapp sind. Der Staat muss sich also immer genauer überlegen, welche Projekte durchgeführt werden, um mit den vorhandenen Mitteln einen maximalen Nutzen zu generieren. Es stellt sich also die Frage, wie die Förderung der Verkehrssysteme richtig durchgeführt werden muss. Sowohl zur Effektivität als auch zur Effizienz werden jeweils drei Fragen gestellt:

- Soll Erreichbarkeit gefördert werden? Kann Erreichbarkeit überhaupt gefördert werden? (Effektivität)
- Aus welchem Blickwinkel muss Erreichbarkeit betrachtet werden? Wer sind die relevanten Akteure? Was soll erreicht werden? (Effektivität)
- Welche Risiken birgt eine schlechte Erreichbarkeit (Fokus Schweiz)? (Effektivität)
- Wie kann die Rentabilität (Verhältnis von volkswirtschaftlichen Kosten und Nutzen) eines konkreten Verkehrsprojekts abgeschätzt werden? (Effizienz)
- Welche Verkehrsträger sollen insbesondere gefördert werden? (Effizienz)
- Soll in Verkehrsinfrastruktur oder in Verkehrsdienstleistungen investiert werden? (Effizienz)

Diese Studie fokussiert insbesondere auf die ersten Fragen der beiden Themenkreise. Im Zentrum steht dabei die Frage der Effektivität. Der Hauptteil der Studie wird also darauf verwendet, mittels Methoden der induktiven Statistik zu klären, ob es sich überhaupt lohnt, in Erreichbarkeit zu investieren. Anschliessend wird in geringerem Umfang eine quantitative Methode dargelegt, mit welcher die Rentabilität eines konkreten Verkehrsprojekts abgeschätzt werden

kann. Die jeweils folgenden zwei Fragen der beiden Themenkreise werden in diesem Prozess zwar ebenfalls beantwortet, auf sie wird jedoch weniger stark eingegangen. Sie werden in den wirtschaftspolitischen Implikationen lediglich qualitativ diskutiert.

Rentabilität von Verkehrsprojekten

Alle Erkenntnisse der Studie kulminieren letztlich in der Rentabilitätsabschätzung eines konkreten Verkehrsprojekts. Das Konzept, mit dem die Kosten und insbesondere der Nutzen von Verkehrsprojekten erfasst werden, wird den gesamten Forschungsplan vorgeben. Nachfolgend wird deshalb kurz dieses Konzept vorgestellt.

Der volkswirtschaftliche Nutzengewinn eines Verkehrsprojekts muss in Beziehung zu den volkswirtschaftlichen Kosten gesetzt werden. In der ökonomischen Literatur werden dazu meist Methoden der Kosten-Nutzen-Analyse verwendet. Die bekannteste dieser Methoden ist die Kapitalwertmethode aus der dynamischen Investitionsrechnung, die in Gleichung 2.1 dargestellt ist.

Gleichung 2.1

$$NPV(0) = -I(0) + \sum_{t=1}^T \left(\frac{\Delta U(t) - C(t)}{(1+i)^t} \right) = -I(0) + \sum_{t=1}^T \left(\frac{\Delta NU(t)}{(1+i)^t} \right)$$

Der heutige Kapitalwert (NPV) eines Verkehrsprojekts ist die Differenz zwischen der Summe der abdiskontierten periodischen Netto-Nutzengewinne (ΔNU) und der anfänglich getätigten Investition (I). Die Netto-Nutzengewinne sind dabei ihrerseits die Differenz zwischen dem periodischen Nutzengewinn (ΔU) und den periodischen Kosten (C). Um diese Rechnung durchführen zu können, müssen alle Werte monetarisiert werden.

Zur Vereinfachung wird in dieser Studie angenommen, dass die Investitionskosten den volkswirtschaftlichen Kosten entsprechen¹. Diese sind bekannt; die Messung der Netto-Nutzengewinne muss jedoch vom Entscheidungsträger definiert werden. Dazu stehen grundsätzlich zwei Konzepte zur Verfügung. In der Mikroökonomie wird anhand eines konkreten Verkehrsprojekts abgeschätzt, wer in welchem Mass von der verbesserten Verkehrsinfrastruktur profitiert. Zu diesem Zweck wird ein Zustand mit und einer ohne Durchführung des Projekts verglichen.

Die direkte Projektbezogenheit dieses Ansatzes ist bei der ex post Beurteilung der Rentabilität eines konkreten Projekts sicherlich nötig. Eine Übertragung der

¹ Die Investitionskosten könnten auch noch um monetarisierte negative Externalitäten erweitert werden.

Ergebnisse auf andere Projekte, beispielsweise die ex ante Beurteilung der Rentabilität eines geplanten Projekts, ist damit jedoch eingeschränkt. Zudem gestaltet sich die Definition und Isolierung der Netto-Nutzengewinne, die durch die Implementierung des Projekts freigesetzt werden, als extrem schwierig. Es muss nämlich genau definiert werden, wer in welchem Mass profitiert und wie sich die Betriebs- und Unterhaltskosten entwickeln. Will man keine so genaue Netto-Nutzengewinn-Struktur unterstellen, kann man diese auch durch die Veränderung der regionalen Wertschöpfung oder Beschäftigung approximieren. Dabei ist jedoch nicht klar, ob die Veränderung nur dem Verkehrsprojekt zugeschrieben werden kann, oder ob sonstige Standortfaktoren oder die Konjunktur die Veränderung bewirkten. Man muss zudem beachten, dass sich vom Projektbeschluss bis zur Inbetriebnahme eine Vielzahl von Rahmenbedingungen sowohl an den Orten, die vom Projekt profitieren, als auch in Konkurrenzorten ändern. Die lange Bauzeit von Grossprojekten verstärkt dieses Problem der Isolierung des «reinen» Projekteffektes noch zusätzlich.

Zusammenfassend sei gesagt, dass der mikroökonomische Ansatz zwar den direkten Einfluss eines Verkehrsprojekts auf den volkswirtschaftlichen Nutzen misst, aber schwierig umsetzbar ist. BAKBASEL rückt die Fragestellung deshalb seit Jahren in einen makroökonomischen Kontext. Dabei ist nicht die Wirkung eines konkreten Verkehrsprojekts, sondern die Erreichbarkeit einer Region entscheidend. Es ist unerheblich, ob die Erreichbarkeit das Resultat von Verkehrsinfrastruktur- oder Verkehrsdienstleistungsprojekten ist, oder ob diese teuer oder günstig waren. Relevant ist einzig die benötigte Zeit, um von A nach B zu gelangen. Diese Erreichbarkeit wird für mehrere Regionen gemessen und anschliessend mittels einer Produktionsfunktion zum regionalen BIP, respektive BIP pro Kopf, in Beziehung gesetzt. Die durch eine Veränderung der Erreichbarkeit freigesetzten Netto-Nutzengewinne können durch einen Vergleich der Regionen, der mittels linearer Regression gemacht wird, geschätzt werden.

Der makroökonomische Ansatz entspricht nicht einer projektbezogenen, sondern einer durchschnittlichen Betrachtung. Er eignet sich damit insbesondere auch zur ex ante Beurteilung eines geplanten Projekts. Es muss jedoch angefügt werden, dass nicht jede Region durchschnittlich reagiert, und eine Durchschnittsbetrachtung in einem konkreten Fall den wahren Effekt eines Projekts stark über- oder unterschätzen kann.

Im Unterschied zum mikroökonomischen Ansatz muss keine genaue Netto-Nutzengewinn-Struktur definiert werden. Diese wird mit der Veränderung des Bruttoinlandsprodukts approximiert. Im Vergleich zur Approximation im mikroökonomischen Ansatz können jedoch Kontrollvariablen in die lineare Regression eingebaut werden, mit denen einer Verzerrung durch vergessene Variablen vor-

gebeugt wird. Dadurch kann der Effekt der Erreichbarkeit bis zu einem gewissen Grad isoliert werden.

Der makroökonomische Ansatz misst nicht den direkten Einfluss eines Verkehrsprojekts auf den volkswirtschaftlichen Nutzen. Vielmehr unterstellt er, dass Verkehrsprojekte die Erreichbarkeit positiv beeinflussen und misst den Einfluss, den die Erreichbarkeit auf den volkswirtschaftlichen Nutzen ausübt. Dieser Ansatz ist zwar indirekt, aber einfacher zu implementieren.

Zusammenfassend sei erwähnt, dass BAKBASEL damit nicht den «Return on Investment» eines spezifischen Verkehrsprojekts, sondern den «Return on Improved Accessibility» misst. Dadurch wird auch vermieden, dass genau definiert werden muss, welche Regionen von einem spezifischen Projekt profitieren. In die Erreichbarkeit fliessen nämlich auch die Verbesserungen der Verkehrssysteme in anderen Regionen als positive räumliche Externalitäten (Spillovers) mit ein.

Obwohl an dieser Stelle die Vorteile vorgestellt wurden, die der makroökonomische gegenüber dem mikroökonomischen Ansatz hat, dürfen die beiden Konzepte nicht als sich gegenseitig ausschliessend betrachtet werden. Vielmehr können sie als sich ergänzende, komplementäre Methoden verstanden werden.

Abschliessend werden die Netto-Nutzengewinne in Relation zu den Investitionskosten gesetzt. Dies wird in dieser Studie nicht anhand der oben dargestellten Kapitalwertmethode, sondern mittels einer Amortisationsrechnung durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass keine Opportunitätskosten-Zinssätze geschätzt werden müssen. Bei der in dieser Studie dargestellten volkswirtschaftlichen Amortisationsrechnung wird lediglich das jährlich durch eine verbesserte Erreichbarkeit zusätzlich generierte BIP in Beziehung zu den Baukosten gesetzt. Dabei handelt es sich allerdings um eine Approximation. Zusätzlich müsste man ermitteln, um wie viel die Erträge aus dem Projekt in Form eines höheren BIP über dem BIP-Beitrag liegen, den die für den laufenden Betrieb beanspruchten Ressourcen bei einer alternativen Verwendung einspielen würden. Dies entspricht in etwa den bezahlten Löhnen, den eingekauften Vorleistungen und den kalkulatorischen Zinsen auf dem (Rest-)Kapital. Das Kalkül wird indessen kompliziert, wenn das Projekt zum Zuzug von Produktionsfaktoren führt. Die approximierten volkswirtschaftliche Amortisationsdauer, die in dieser Studie verwendet wird, muss daher als diejenige Zeitperiode verstanden werden, in welcher die Summe der Rückflüsse in Form von zusätzlichem BIP den Baukosten entspricht.

Neben den mikro- und makroökonomischen Ansätzen könnten auch klassische Impact-Studien, die auf Input-Output-Modellen basieren, verwendet werden, um den Einfluss eines Verkehrsprojekts auf den volkswirtschaftlichen Nutzen abzuschätzen. Diese betonen jedoch die Nachfrageseite und können damit die

regionalen Effekte während der Bauphase gut abbilden. Langfristig relevant (und politisch beabsichtigt) sind jedoch die Angebotsfaktoren, welche die Produktionsmöglichkeiten erweitern und dadurch die Wettbewerbsfähigkeit verbessern.

Kurzum, sowohl Verkehrsinfrastrukturen (teure wie auch günstige) als auch Verkehrsdienstleistungen erhöhen (in der Regel) die Erreichbarkeit in den betreffenden und angrenzenden Regionen. Der Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität kann dabei über die ökonomische Theorie hergeleitet und mittels Methoden der induktiven Statistik überprüft werden. Letztlich kann über diesen Zusammenhang die Rentabilität eines konkreten Verkehrsprojekts abgeschätzt werden.

2.3 Aufbau der Studie

Um den Einfluss der Erreichbarkeit auf den volkswirtschaftlichen Netto-Nutzengewinn bemessen zu können, müssen im Verlauf der Studie folgende Fragen geklärt werden:

- Wie misst man Erreichbarkeit?
- Wie kann man Erreichbarkeit mit wirtschaftlicher Prosperität verbinden?
- Wie kann man aufgrund des Zusammenhangs zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität ein konkretes Verkehrsprojekt auf seine Rentabilität überprüfen?

Zunächst werden in Kapitel 3 anhand der ökonomischen Theorie mögliche Transmissionskanäle erarbeitet, über welche Erreichbarkeit einen Einfluss auf die wirtschaftliche Prosperität ausüben kann. Ziel der Studie ist es, diesen theoretischen Zusammenhang empirisch zu überprüfen. In Kapitel 4 wird der Forschungsplan aufgestellt, der dazu verwendet wird. Dazu gehören unter anderem die Diskussion der verwendeten ökonometrischen Methoden, die Spezifikationen der Regressionsgleichungen und die Formulierung von Vorzeichenhypothesen. In Kapitel 5 werden die Datensätze, die in der empirischen Analyse als Stichproben dienen, beschrieben. Zudem wird ein erster deskriptiver Überblick über den Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität gegeben. In Kapitel 6 werden die empirischen Ergebnisse präsentiert, kommentiert und auf ihre Robustheit überprüft. In Kapitel 7 werden weitere Aspekte diskutiert, die auf den empirischen Ergebnissen aus Kapitel 6 basieren. Dazu gehört einerseits eine Simulation, welche die Wirkung der Eröffnung des Gotthard-Basistunnels auf die wirtschaftliche Prosperität untersucht. Anhand dieser Simulation kann gezeigt werden, wie sich der volkswirtschaftliche Effekt eines

konkreten Verkehrsinfrastrukturprojekts über den «Umweg» der Erreichbarkeit abschätzen lässt. Die verwendete Rentabilitätsmethode wurde im vorangegangenen Kapitel dargelegt. Andererseits wird diskutiert, inwiefern sich die empirischen Ergebnisse aus Kapitel 6 für unterschiedliche Branchenaggregate unterscheiden. In Kapitel 8 werden die empirischen Ergebnisse der Studie zusammengefasst und die Kernresultate hervorgehoben. Der Bericht wird durch eine kurze Diskussion der wirtschaftspolitischen Implikationen dieser Resultate abgerundet.

Frage 1 wird dabei in Kapitel 5, Frage 2 in den Kapiteln 3, 4 und 6, Frage 3 in Kapitel 7 beantwortet.

3 Theorie

Nachdem im vorigen Kapitel die der Studie zugrundeliegende Fragestellung erörtert wurde, wird in diesem Kapitel eine genauere Darstellung der zur Beantwortung der Frage verwendeten ökonomischen Überlegungen gegeben. Die zentrale Frage lautet: Führen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zu wirtschaftlicher Prosperität? Wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, wählt BAKBASEL zur Beantwortung dieser Frage den folgenden Ansatz: Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur führen zu besserer Erreichbarkeit, welche ihrerseits zu wirtschaftlicher Prosperität führen sollte. Als zu untersuchende unabhängige Variable wird demnach die Erreichbarkeit einer Region gewählt. Zunächst muss nun geklärt werden, welche Faktoren überhaupt zu wirtschaftlicher Prosperität führen. Anschliessend muss entschieden werden, ob Erreichbarkeit zu diesen Faktoren gehört. Abgeschlossen wird dieses Kapitel durch eine kurze Übersicht der akademischen Literatur, die sich diesem Thema bereits angenommen hat.

3.1 Transmissionskanäle zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität

3.1.1 Neoklassische Wachstumstheorie

3.1.1.1 Exogene Wachstumstheorie

In den letzten 50 Jahren hat die Ökonomie ihre Modelle zur Erklärung von Wirtschaftswachstum mehrmals erweitert. Als Folge wurden die Theorien nicht nur realitätsnäher, sondern auch ambitionierter. Beginnen wir mit einer simplen neoklassischen Produktionsfunktion des Typs Cobb-Douglas:

Gleichung 3.1

$$Y(t) = a \cdot L(t)^\alpha \cdot K(t)^\beta,$$

wobei Y den gesamtwirtschaftlichen Output (z.B. das BIP), L die Menge an (erwerbstätiger) Arbeit (z.B. Beschäftigte in Vollzeitäquivalenten) und K die Menge an («beschäftigtem») physischen Kapital bezeichnet. α und β sind unbekannte Parameter, a ist ein Skalar und t ein Zeitindex (in dieser Studie stetig). Normalerweise wird angenommen, dass es keine Grösseneffekte (Econo-

mies of Scale) gibt, was bedeutet, dass $\alpha + \beta = 1$. Der Skalar a kann als die Produktivität des Produktionsprozesses interpretiert werden. In Gleichung 3.1 ist dieser Hicks-neutral. Man beachte ausserdem, dass a konstant über die Zeit ist. Gleichungen im Stil von Gleichung 3.1 werden als Niveaugleichungen bezeichnet.

Durch Logarithmieren und Ableiten nach der Zeit erhält man die dazugehörige Differenzengleichung, die sogenannte Solow-Wachstumszerlegung:

Gleichung 3.2

$$\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} = \alpha \cdot \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} + \beta \cdot \frac{\dot{K}(t)}{K(t)},$$

wobei \dot{Y} die Ableitung nach der Zeit darstellt. Die Wachstumsrate von Y ist also die mit den partiellen Produktionselastizitäten gewichtete Summe der Wachstumsraten von L und K . Durch empirische Validierung des Modells erkannte Robert Solow (1956, 1957), dass das enorme Wirtschaftswachstum nicht alleine durch Kapital- und Arbeitsakkumulation erklärt werden konnte. Die dazu nötigen Annahmen wären zu realitätsfremd gewesen.

Um sich zu behelfen, fügte Solow zu Gleichung 3.2 einen zusätzlichen Summanden hinzu:

Gleichung 3.3

$$\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} = \alpha \cdot \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} + \beta \cdot \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} + TFP$$

TFP bedeutet totale Faktorproduktivität und wird gemeinhin auch als Solow-Residual bezeichnet. Mit ihr wird derjenige Teil des Outputwachstums erfasst, der nicht auf ein Wachstum des Einsatzes der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital zurückgeführt werden kann, sondern als unerklärter Rest übrig bleibt (deshalb auch Solow-Residual). Als Ursache für diesen Teil des Wachstums des Produktionsergebnisses wird häufig der technische Fortschritt angenommen.

Die Produktionsfunktion, die zu einer Wachstumszerlegung führt, wie sie in Gleichung 3.3 verlangt wird, ist die folgende:

Gleichung 3.4

$$Y(t) = a(t) \cdot L(t)^\alpha \cdot K(t)^\beta$$

Durch Logarithmieren und Ableiten nach der Zeit erhält man:

Gleichung 3.5

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{a}}{a} + \alpha \cdot \frac{\dot{L}}{L} + \beta \cdot \frac{\dot{K}}{K}$$

Der entscheidende Unterschied zu Gleichung 3.1 ist, dass in Gleichung 3.4 die Produktivität des Produktionsprozesses (der Skalar $a(t)$) über die Zeit nicht konstant ist und dessen Wachstumsrate deshalb in der Wachstumszerlegung als zusätzlicher Summand erscheint (und damit den Platz der totalen Faktorproduktivität einnimmt).

Solow modellierte den technischen Fortschritt der Einfachheit halber als exponentiellen Wachstumsprozess mit einer Wachstumsrate i , die er als exogen gegeben betrachtete:

Gleichung 3.6

$$a(t) = a(0) \cdot e^{it}$$

Es gilt:

Gleichung 3.7

$$\frac{\dot{a}}{a} = i,$$

wobei e die Basis des natürlichen Logarithmus und i ein unbekannter exogener Parameter ist. Das Modell impliziert, dass es ausser dem Effekt, den der Einsatz von Arbeit und Kapital hat, einen zusätzlichen Effekt gibt, der den Output jede Periode um einen Anteil von i des aktuellen Niveaus an Output erhöht. In einigen Ländern passte das oben dargestellte Modell ziemlich gut zu den Daten. Jedoch war es nicht möglich, Differenzen zwischen verschiedenen Ländern sowohl in Bezug auf Niveau als auch Wachstum zu erklären.

3.1.1.2 Endogene Wachstumstheorie

Der nächste logische Schritt war es, den Technologie-Term zu endogenisieren. Die Modifizierung der exogenen Wachstumstheorie wird auch als endogene Wachstumstheorie (Endogenous Growth Theory) bezeichnet. Die Idee war, eine Variable einzuführen, die über Zeit und Länder variiert und den Stand der Technik, die im Produktionsprozess verwendet wird, misst:

Gleichung 3.8

$$Y(t) = a \cdot L(t)^\alpha \cdot K(t)^\beta \cdot T(t)^\gamma,$$

wobei T die Summe des gesamten technischen Know-How, das im Produktionsprozess verwendet wird, und γ ein unbekannter Parameter ist. Der Wachstumsprozess von T kann auf unterschiedliche Arten definiert werden, wichtig ist lediglich, dass die Wachstumsrate von T eine Funktion anderer endogener Variablen des Modells ist.

Da im Normalfall $\alpha + \beta + \gamma > 1$ gilt, gibt es positive Grösseneffekte (Economies of Scale). Diese Gleichung erlaubt eine Steigerung der Arbeitsproduktivität Y/L durch die Verwendung von mehr oder besserer Technologie. Sie erlaubt es auch, wirtschaftliche Unterschiede zwischen Ländern durch unterschiedliche Niveaus des Technologie-Terms T zu erklären.

Das oben dargestellte Modell ist noch stark im Geist des 19. Jahrhunderts verwurzelt, das von der Entwicklung neuer Technologien und deren Einsatz in der Industrie geprägt war. Im 21. Jahrhundert wird das BIP jedoch hauptsächlich im Dienstleistungssektor und vermutlich höchstens zu einem Viertel in der Industrie erwirtschaftet. Sich auf die Entwicklung neuer Technologien als Haupt-Einflussfaktor auf das Wirtschaftswachstum zu konzentrieren, ist deshalb nicht adäquat. Deshalb wurde die Technologie-Variable T umdefiniert in eine Variable, die auch die Qualität des Humankapitals, die Qualität des physischen Kapitals und die Qualität der Institutionen, kurz gesagt die **Effizienz des gesamten Produktionsprozesses** beinhaltet (Mankiw et al. 1990). Um diese neue, erweiterte Bedeutung zu unterstreichen wird T in eine Variable R umdefiniert, die als «residualer» Faktor alle anderen Aspekte erfassen soll, die in der Erwirtschaftung des BIP eine Rolle spielen (neben L und K). Diese Definition ist auch sinnvoll unter dem Gesichtspunkt, dass Technologie/Wissen ein nicht-rivalisierendes Gut ist und daher theoretisch keinen grossen Einfluss auf Wachstumsunterschiede in verschiedenen Ländern haben sollte. Die neue Gleichung sieht folgendermassen aus:

Gleichung 3.9

$$Y(t) = a \cdot L(t)^\alpha \cdot K(t)^\beta \cdot R(t)^\gamma$$

Verbesserungen in R widerspiegeln insbesondere einen zunehmenden Wissensstand. Der Denkansatz widerspiegelt die laufende Verschiebung von einer Ressourcen-basierten Wirtschaft zu einer Wissens-basierten Wirtschaft (Cortright 2001). Im Gegensatz zu den neoklassischen Produktionsfaktoren, die durch abnehmende Grenzerträge charakterisiert sind, hat Wissen zunehmende Grenzerträge. In der neoklassischen Betrachtungsweise implizieren abnehmen-

de Grenzerträge zunehmende Grenzkosten. Schreibt man den Produktionsfaktoren abnehmende Grenzerträge zu, impliziert dies, dass das Wirtschaftswachstum (pro Kopf) immer langsamer und schliesslich anhalten wird (Cortright 2001). Dieses Konzept widerspiegelt aber nicht die historischen Daten von wachsenden Volkswirtschaften. Wie bereits erwähnt wurde, ist eine spezielle Eigenschaft von Wissen dessen Nicht-Rivalität. Deshalb hat Wissen – insbesondere wenn es kodifiziert ist – teilweise Eigenschaften von öffentlichen Gütern. Wissen verbreitet sich unter Produzenten, und positive Externalitäten von Humankapital resultieren in zunehmenden Grenzerträgen der Produktionsfaktoren. Indem sich das Kapital über die Zeit akkumuliert, gibt es keine Tendenz zu langsamerem Wachstum in dieser Klasse von Modellen. Wissen², das keiner Rivalität unterworfen ist, führt dazu, dass sich das Know-How einer einzigen Firma über die gesamte Volkswirtschaft verteilt (Barro 1998). Dies ist eine positive Externalität und erlaubt zunehmende Grenzerträge.

Zunehmende Grenzerträge können auch über positive intertemporale Spillover-Effekte in einer Produktionseinheit eingeführt werden. Arrow (1962) beobachtete in seiner bahnbrechenden Studie Learning-by-doing-Effekte. Indem Firmen Güter produzieren, verbessern sie den Produktionsprozess über die Zeit und senken die Produktionskosten. Diese mikroökonomische Beobachtung in einen Makro-Wachstumstheorie-Rahmen zu stellen, war der wegweisende Durchbruch in der Wachstumstheorie (Romer 1986). In diesen Modellen, die F&E-Theorien und imperfekten Wettbewerb beinhalten, streben Firmen Innovation an, um eine Form von ex-post Monopolmacht zu erlangen, die sie ihren Profit maximieren lässt (Romer 1990, Grossman und Helpman 1991, Aghion und Howitt 1992). Diese Innovations-Aktivitäten sind aber nicht Pareto optimal wegen Verzerrungen, die bei der Erstellung von neuen Gütern und Produktionsmethoden entstehen (Barro 1998). Demzufolge gibt es in diesen endogenen Wachstumsmodellen genug Raum für politische Entscheidungsträger, das Niveau der Innovationstätigkeit zu verbessern. Dies kann wiederum den Wachstumspfad im Steady State verbessern.

In dieser Klasse von Modellen können verschiedene Standortfaktoren – z.B. die Qualität des Humankapitals, die Menge und Qualität der physischen Infrastruktur oder die Effizienz von Institutionen (alle ein Teil des Residualfaktors R) – den Wachstumspfad positiv beeinflussen. Durch Logarithmierung und Ableitung der Gleichung 3.9 nach der Zeit erhält man (der Einfachheit halber werden Wachstumsraten ab jetzt mit g bezeichnet):

² In Wirklichkeit haben nur Teile von Wissen den Charakter von öffentlichen Gütern, z.B. Forschungsergebnisse, die publiziert werden. Anderes Wissen ist eingebettet in den Köpfen der Menschen oder in Betriebsanlagen und deshalb nicht öffentlich. Gleichzeitig können Patente die Nutzbarmachung von Wissen verhindern.

Gleichung 3.10

$$gY(t) = \alpha \cdot gL(t) + \beta \cdot gK(t) + \gamma \cdot gR(t), \quad gY(t) = \frac{\dot{Y}}{Y}$$

3.1.1.3 Reduzierte Form

In der ökonomischen Analyse werden wir mit der sogenannten reduzierten Form der obigen Produktionsfunktion arbeiten, denn es gibt zwei empirische Probleme mit der letzteren: Einerseits gibt es kaum (vergleichbare) Daten, die das produktive Kapital auf regionaler Basis erfassen. Andererseits werden Output, die Menge an Arbeit und die Menge an Kapital in der langen Frist simultan bestimmt. Eine Produktionsfunktion zu schätzen, kann zu einer systematischen Simultanitäts-Verzerrung führen.

Die Verwendung der reduzierten Form kann durch das folgende Argument gerechtfertigt werden:

Man kann die Annahme treffen, dass sich die eingesetzten Mengen an Arbeit L und an Kapital K ihrerseits als Funktionen der Residualvariablen R ausdrücken lassen. Die funktionale Form kann dabei unterschiedliche Formen annehmen. Im folgenden Beispiel wird für beide Zusammenhänge eine Cobb-Douglas-Funktion unterstellt. Zudem wird die Residualvariable in mehrere Teilvariablen R_i unterteilt. Der Einfachheit halber werden nur zwei Teilvariablen dargestellt. Zunächst wird von Niveaugleichungen ausgegangen:

Gleichung 3.11

$$Y(t) = f(L(t), K(t), R(t)) = a \cdot L(t)^\alpha \cdot K(t)^\beta \cdot R_1(t)^{\gamma_1} \cdot R_2(t)^{\gamma_2}$$

Gleichung 3.12

$$L(t) = f(R(t)) = b \cdot R_1(t)^{\eta_1} \cdot R_2(t)^{\eta_2}$$

Gleichung 3.13

$$K(t) = f(R(t)) = c \cdot R_1(t)^{\kappa_1} \cdot R_2(t)^{\kappa_2}$$

Gleichung 3.14

$$\begin{aligned} Y(t) &= f(R(t)) = a \cdot \left(b R_1(t)^{\eta_1} R_2(t)^{\eta_2} \right)^\alpha \cdot \left(c R_1(t)^{\kappa_1} R_2(t)^{\kappa_2} \right)^\beta \cdot R_1(t)^{\gamma_1} \cdot R_2(t)^{\gamma_2} \\ &= \left(a b^\alpha c^\beta \right) \cdot R_1(t)^{\eta_1 \alpha + \kappa_1 \beta + \gamma_1} \cdot R_2(t)^{\eta_2 \alpha + \kappa_2 \beta + \gamma_2} \end{aligned}$$

In Gleichung 3.12 und Gleichung 3.13 wird die Annahme getroffen, dass sich L und K jeweils durch eine Funktion von R_1 und R_2 ausdrücken lassen. Die reduzierte Form erhält man, indem man L und K in der Produktionsfunktion (Gleichung 3.11) durch diese Funktionen ersetzt. Dies resultiert in einer Niveaugleichung, die alle Residualfaktoren (R_1, R_2) mit dem Output (Y) in Verbindung bringt (Gleichung 3.14).

Durch Logarithmieren wird der multiplikative Zusammenhang zwischen Output und Residualfaktoren in Gleichung 3.14 in einen additiven Zusammenhang umgewandelt:

Gleichung 3.15

$$\ln Y(t) = \ln(ab^\alpha c^\beta) + (\eta_1\alpha + \kappa_1\beta + \gamma_1) \cdot \ln R_1(t) + (\eta_2\alpha + \kappa_2\beta + \gamma_2) \cdot \ln R_2(t)$$

Da unser Interesse nicht den Koeffizienten a , b etc. gilt, können wir die komplizierten Terme durch einfachere ersetzen:

Gleichung 3.16

$$\ln Y(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln R_1(t) + \beta_2 \cdot \ln R_2(t)$$

Die Koeffizienten β_0 , β_1 und β_2 in Gleichung 3.16 hängen dabei nicht mit der partiellen Outputelastizität β in Gleichung 3.11 zusammen. Vielmehr dienen sie dazu, den Produktionsfunktionsansatz in einen statistischen Rahmen zu stellen (in dem sie die Regressionskoeffizienten repräsentieren).

Die reduzierte Form der Produktionsfunktion in Gleichung 3.9 hat demnach folgende Form (logarithmiert, R unterteilt in R_1 und R_2 , mit Koeffizienten des statistischen Rahmens):

Gleichung 3.17

$$\ln Y(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln R_1(t) + \beta_2 \cdot \ln R_2(t)$$

Da uns in dieser Studie nur Veränderungen des Outputs (nicht dessen absolutes Niveau) interessieren, ist dieser Ansatz sehr zweckmässig: Den Einfluss von Veränderungen in den Residualfaktoren können wir mit Hilfe der Koeffizienten β_1 und β_2 beurteilen. Die Konstante β_0 präzisiert lediglich die absolute Höhe des (logarithmierten) Outputs.

Diese Betrachtungsweise ist nicht nur zweckmässig, sondern auch theoretisch angebracht. Wie oben bereits erwähnt wurde, entfiel ein grosser Teil des Wirtschaftswachstums in der Vergangenheit auf die totale Faktorproduktivität (z.B. IT-Revolution). Zudem sind die Inputs Arbeit und Kapital in ihrer Natur wahr-

scheinlich abnehmenden Grenzerträgen unterworfen. Selbst wenn die Annahmen der reduzierten Form nicht realitätsnah sein sollten, so ist doch die entscheidende Variable für Wirtschaftswachstum der Residualfaktor.

Die Niveaugleichung in Gleichung 3.17 ist die erste, die wir in der empirischen Analyse untersuchen werden. Sie ist in ihrer Natur statisch, da sie lediglich den (Gleichgewichts-)Zustand in jedem Zeitpunkt t darstellt. Sie wird nachfolgend mit dem Ausdruck «Niveau» bezeichnet. Um den dynamischen Anpassungsprozess zwischen den Zeitpunkten zu analysieren und damit eine dynamische Komponente in die Betrachtung einzubringen wird eine Differenzgleichung abgeleitet. Durch Differenziation nach der Zeit erhält man:

Gleichung 3.18

$$gY(t) = \beta_1 \cdot gR_1(t) + \beta_2 \cdot gR_2(t)$$

In der empirischen Analyse werden wir jedoch nicht Gleichung 3.18 verwenden, sondern die folgende modifizierte Version, die nachfolgend unter dem Namen «Differenz1» erscheint:

Gleichung 3.19

$$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot gR_1(t) + \beta_2 \cdot gR_2(t)$$

Im Unterschied zu Gleichung 3.18 enthält diese Gleichung in Niveaus einen zeitlichen Trend, wie man durch Integrieren erkennen kann:

Gleichung 3.20

$$\ln Y(t) = \beta_0 \cdot t + \beta_1 \cdot \ln R_1(t) + \beta_2 \cdot \ln R_2(t)$$

In der empirischen Analyse werden wir zusätzlich zu Gleichung 3.17 und Gleichung 3.19 noch eine dritte Gleichung prüfen, die mit dem Ausdruck «Differenz2» bezeichnet wird. Sie wird über den folgenden Gedankengang hergeleitet: In Gleichung 3.19 ist die Wachstumsrate des Outputs eine Funktion der Wachstumsraten der Residualfaktoren. Es wäre jedoch auch möglich, dass nicht nur die Wachstumsraten der Residualfaktoren, sondern auch deren (logarithmierte) Niveaus einen Einfluss auf die Wachstumsrate des Outputs haben:

Gleichung 3.21

$$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot gR_1(t) + \beta_2 \cdot gR_2(t) + \beta_3 \cdot \ln R_1(t) + \beta_4 \cdot \ln R_4(t)$$

Eine einmalige Verbesserung eines Residualfaktors hat demnach nicht nur eine einmalige Verschiebung des Output-Niveaus zur Folge (wie in Gleichung 3.19), sondern führt zu einer dauerhaften Erhöhung der Wachstumsrate des Outputs.

Die zusätzlichen Niveaus der Residualfaktoren in Gleichung 3.21 führen dadurch zu weiteren Trend-Termen in der zugehörigen Niveaugleichung:

Gleichung 3.22

$$\ln Y(t) = \beta_0 \cdot t + \beta_1 \cdot \ln R_1(t) + \beta_2 \cdot \ln R_2(t) + \beta_3 \cdot \int_0^t \ln R_1(t) dt + \beta_4 \cdot \int_0^t \ln R_2(t) dt$$

Die zusätzlichen Trend-Terme sind die beiden Integrale am Ende der Gleichung. Der Vergleich mit Gleichung 3.20 soll deren Bedeutung klar machen: Ist das Niveau von R_1 und R_2 in zwei Zeitpunkten konstant, ist in Gleichung 3.20 nur der Term $\beta_0 \cdot t$ im zweiten Zeitpunkt grösser. In Gleichung 3.22 sind zusätzlich die beiden Integralterme zu jedem Zeitpunkt grösser.

In Tab. 3-1 werden die drei theoretischen Modelle, welche in dieser Studie empirisch überprüft werden, zusammengefasst. Grau markiert sind diejenigen Gleichungen, deren empirische Validität mittels linearer Regression überprüft werden wird.

Tab. 3-1 Zusammenfassung der zu überprüfenden theoretischen Modelle

Niveau	Niveaugleichung (reduzierte Form)	$Y(t) = e^{\beta_0} \cdot R_1(t)^{\beta_1} \cdot R_2(t)^{\beta_2}$
	Niveaugleichung logarithmiert (reduzierte Form)	$\ln Y(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln R_1(t) + \beta_2 \cdot \ln R_2(t)$
	Differenzgleichung (reduzierte Form)	$gY(t) = \beta_1 \cdot gR_1(t) + \beta_2 \cdot gR_2(t)$
	Geschätzt wird die...	Niveaugleichung
Differenz1	Niveaugleichung (reduzierte Form)	$Y(t) = e^{\beta_0 \cdot t} \cdot R_1(t)^{\beta_1} \cdot R_2(t)^{\beta_2}$
	Niveaugleichung logarithmiert (reduzierte Form)	$\ln Y(t) = \beta_0 \cdot t + \beta_1 \cdot \ln R_1(t) + \beta_2 \cdot \ln R_2(t)$
	Differenzgleichung (reduzierte Form)	$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot gR_1(t) + \beta_2 \cdot gR_2(t)$
	Geschätzt wird die...	Differenzgleichung
Differenz2	Niveaugleichung (reduzierte Form)	$Y(t) = e^{\beta_0 \cdot t} \cdot R_1(t)^{\beta_1} \cdot R_2(t)^{\beta_2} \cdot e^{\beta_3 \cdot \int_0^t \ln R_1(t) dt} \cdot e^{\beta_4 \cdot \int_0^t \ln R_2(t) dt}$
	Niveaugleichung logarithmiert (reduzierte Form)	$\ln Y(t) = \beta_0 \cdot t + \beta_1 \cdot \ln R_1(t) + \beta_2 \cdot \ln R_2(t) + \beta_3 \cdot \int_0^t \ln R_1(t) dt + \beta_4 \cdot \int_0^t \ln R_2(t) dt$
	Differenzgleichung (reduzierte Form)	$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot gR_1(t) + \beta_2 \cdot gR_2(t) + \beta_3 \cdot \ln R_1(t) + \beta_4 \cdot \ln R_4(t)$
	Geschätzt wird die...	Differenzgleichung

Quelle: BAKBASEL

3.1.2 Erreichbarkeit als Residualfaktor

Über die reduzierte Form einer klassischen Produktionsfunktion, in der das Produktionsergebnis auf dem Einsatz von Arbeit (L), Kapital (K) und Residualfaktoren (R) beruht, kann die wirtschaftliche Prosperität als nur von den Residualfaktoren abhängig modelliert werden. Deren zentrale Eigenschaft ist die Effizienzsteigerung des Produktionsprozesses. BAKBASEL approximiert diese Resi-

dualfaktoren seit Jahren durch Standortfaktoren wie beispielsweise das Niveau an Regulierung, an Besteuerung oder an Innovationspotential. Kann nun auch Erreichbarkeit als Residualfaktor betrachtet werden? Zur Beantwortung dieser Frage muss geklärt werden, ob Erreichbarkeit zu einer Effizienzsteigerung des Produktionsprozesses führt. Aus ökonomischer Sicht können dazu folgende Überlegungen angestellt werden.

Eine gute Erreichbarkeit, die auf effizienten Verkehrssystemen beruht, führt klar zu einer Senkung der Transportkosten in Form von Zeiteinsparungen. Im Sinne der Transaktionskostentheorie können die Transportkosten einer Ware/Dienstleistung, aber auch einer Person, die als Verhandlungspartner agiert, als Transaktionskosten interpretiert werden. Erreichbarkeit führt also zu einer Senkung der Transaktionskosten und damit zu einer Effizienzsteigerung der Transaktion. Dieser Sachverhalt ist in Abb. 3-1 dargestellt. Die Investitionen in Verkehrssysteme als Beginn der Wirkungskette sind ebenfalls aufgeführt.

Die verringerten Transport-/Transaktionskosten wirken sich über mehrere Kanäle positiv auf den Wirtschaftsprozess aus:

- Steigerung der Produktivität:
 - Güter – sowohl Inputs in als auch Outputs des Produktionsprozesses – können einerseits kostengünstiger aus den/in die bestehenden (Beschaffungs-/Absatz-) Märkte transportiert werden. Andererseits können neue, weiter entfernte (Beschaffungs-/Absatz-) Märkte erschlossen werden. Dadurch sinken die Vorleistungskosten (effizientere Handhabung der bestehenden Märkte), respektive steigt die Wertschöpfung (Erschließung neuer Märkte). Damit steigt die Wertschöpfung, welche auf die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital verteilt werden kann. Bei konstantem Arbeits- und Kapitaleinsatz steigen somit die Arbeits- und die Kapitalproduktivität.
 - Die niedrigeren Transportkosten ermöglichen eine Arbeitsteilung zwischen Regionen und erlauben es einer Region, sich zu spezialisieren. Dadurch können Skalenerträge und sonstige Vorteile der Spezialisierung genutzt werden. Dadurch steigt wiederum die Wertschöpfung, beziehungsweise die Produktivität (bei konstanter Arbeit und konstantem Kapital).
 - Ein interregionaler (-nationaler) Wissenstransfer wird durch niedrigere Transportkosten stark vereinfacht. In der ökonomischen Literatur ist allgemein anerkannt, dass höhere Innovationskraft zu Wertschöpfungs- und Produktivitätssteigerungen führt.

Die höhere Produktivität wirkt sich einerseits positiv auf die Wohlfahrt der bereits ansässigen Arbeitnehmer und Kapitalgeber aus, die höhere Löhne und Dividenden, bzw. bei konstanten Zinszahlungen eine höhere Bonität der

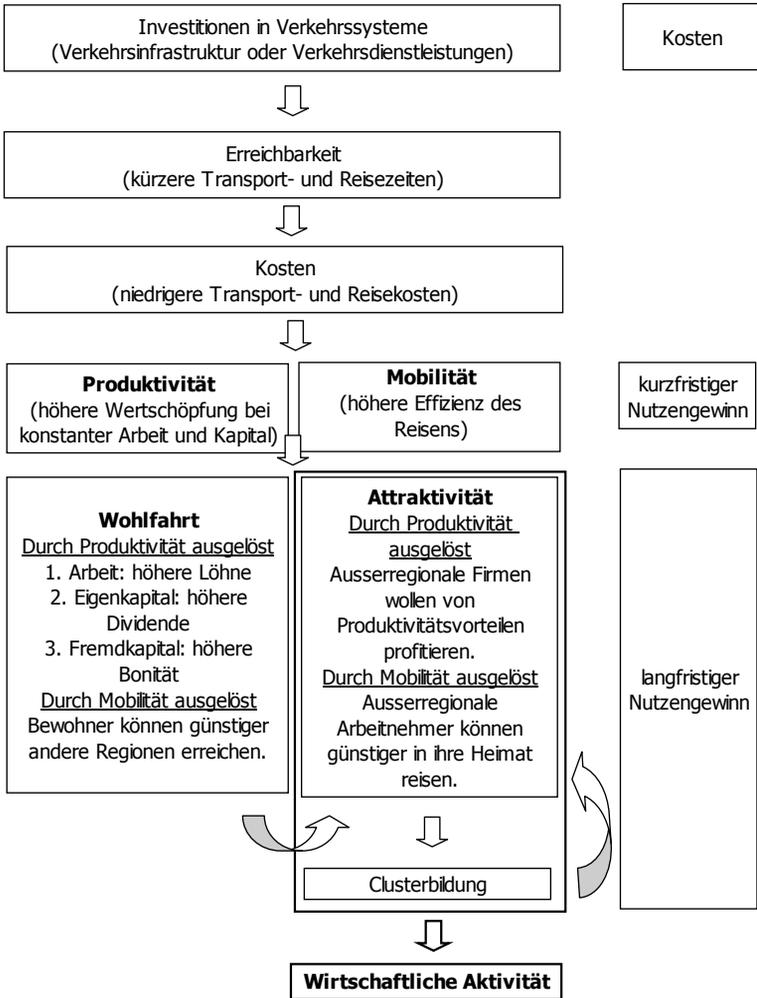
Unternehmen erwarten können. Andererseits zieht die Produktivitätssteigerung ausserregionale Arbeit und Kapital an. Dies kann zu einer Clusterbildung in gewissen Branchen führen, die wiederum positiv auf die Attraktivität rückwirkt (Feedback).

- Steigerung der Mobilität:
 - Personen können günstiger reisen. Einerseits bedeutet dies einen Wohlfahrtsgewinn für die ansässige Bevölkerung, die einfacher andere Regionen erreichen kann (Ferien, Geschäftsreisen etc.). Andererseits wird die Region wiederum für ausserregionale Arbeit und Kapital attraktiver, da diese (zeitlich) weniger weit von ihrer Heimat entfernt sind. Dadurch ist es auch leichter, an Innovationsprozessen in anderen Regionen teilzuhaben.

Die wirtschaftliche Aktivität dürfte dabei stärker von der Attraktivitätssteigerung als von der Wohlfahrtssteigerung profitieren. Erstens ist der Zufluss an ausserregionalem Kapital wahrscheinlich höher als die Vergrösserung des innerregionalen Kapitals. Zweitens fliesst über die Standortattraktivität neben Kapital auch Arbeit in die Region. Die Wohlfahrtssteigerung führt aber ihrerseits ebenfalls zu Attraktivitätssteigerungen. So sind beispielsweise mehr Mittel für kulturelle Angebote vorhanden, was für ausserregionale Arbeitskräfte (insbesondere Spitzenkräfte) oft ein entscheidender Standortfaktor ist.

Zusammenfassend gesagt ist es einer Region erst möglich die Früchte der Globalisierung (Erschliessung neuer Märkte, Arbeitsteilung, Wissenstransfer, interregionale/-nationale Mobilität) zu ernten, wenn sie verkehrstechnisch gut erschlossen ist. Zudem führt eine global durchwegs gute Erreichbarkeit dazu, dass die Weltwirtschaft produktiver wird, da die Produktionsfaktoren leichter dorthin gelangen können, wo sie am produktivsten sind.

Abb. 3-1 Ökonomische Wirkungskette von Investitionen in Verkehrssysteme



Quelle: BAKBASEL

3.2 Literatur

Bereits publizierte empirische Studien, die demselben Forschungsplan folgen wie diese Studie es tut, wurden von den Autoren keine gefunden. Es gibt jedoch einige Beispiele, die ähnlich gelagerte Ansätze verfolgen. Eine Auswahl wird in Tab. 3-2 gegeben. Dabei werden nur die für uns relevanten Spezifikationen aus den Studien dargestellt.

Einer der ersten, welcher den Zusammenhang zwischen öffentlicher Infrastruktur und der Produktivität des privaten Kapitals in den USA (Zeitraum 1949 – 1985) untersucht hat, war Aschauer. Als unabhängige Variable definiert er den «public capital stock», welcher aus der Kerninfrastruktur (Strassen, Transport, Flughäfen), Gebäuden (Bürogebäude, Feuerwehrdepots, Polizeiposten) und Spitälern zusammengesetzt ist. Die Ergebnisse für die Kerninfrastruktur fasst der Autor wie folgt zusammen: «The estimated elasticity for the core infrastructure, which accounted for 55% of the total nonmilitary stock, equals 0.24 and is highly significant» (Aschauer 1989).

Munnell (Sep. 1990) untersucht den Einfluss von «public Capital» auf die drei abhängigen Variablen «private sector investment», «employment growth» und «output» in den verschiedenen Staaten der USA. Der Effekt des «public capital» auf den «output» ist positiv signifikant. In einer anderen Studie findet Munnell (Jan. 1990) auch für die USA, dass das Niveau von "total nonmilitary public capital and core infrastructure" einen positiven, signifikanten Einfluss auf die Produktivität hat.

In einem Paper von Rupasingha et al. (2002) wird die Wachstumsrate des BIP pro Kopf untersucht. Unter anderem werden die Ausgaben für den Aufbau und die Erweiterung des Autobahnnetzes in den einzelnen Bezirken der USA für die Analyse verwendet. Sie entdecken einen signifikant positiven Einfluss der Ausgaben auf das Wachstum in der OLS Regression. Jedoch wird der Einfluss signifikant negativ unter einem «spatial autoregressive model (SAR)» oder einem «spatial errors model (SEM)», was auf eine Verfälschung der OLS Regression durch bestimmte Eigenschaften der Variablen hindeutet.

Eine Studie von Shirley und Winston (2003) untersucht den Rohwarenlagerbestand von Unternehmungen in Abhängigkeit von Infrastrukturinvestitionen in das Autobahnnetz in den USA. Ihr zentraler Befund ist, dass Betriebe oder Fabriken ihre Bestände infolge von Investitionen in die Infrastruktur des Autobahnnetzes reduzieren, was die Kapitalproduktivität erhöht.

Tab. 3-2 Ausgewählte empirische Studien

Studie	Produktionsfunktion	Abhängige Variable	Art der Gleichung	Methode			Einfluss ⁽¹⁾
				Ökonometrie	Geographie	Zeitraum	
Aschauer (1989)	Cobb-Douglas	BIP/ privates Kapital	Niveau	OLS	USA	1949- 1985	Stark positiv (II)
Munnell (Jan. 1990)	Cobb-Douglas	BIP/ Erwerbs- tätige	Niveau	OLS	USA	1949- 1987	Positiv (II)
Munnell (Sep. 1990)	Cobb-Douglas	BIP	Niveau	OLS	USA	1970- 1986	Positiv (IVI)
Rupasingha et al. (2002)	Cobb-Douglas	BIP/Kopf	Differenz	OLS, SAR/ SEM	USA	1990- 1997	Gemischte Ergebnisse (IVI)
Shirley and Winston (2003)	-	Rohwaren- lagerbe- stand	Niveau	OLS	USA	1973- 1996	Negativ ⁽²⁾ (IVI)
Canning und Pedroni (2004)	Cobb-Douglas	BIP/Kopf	Differenz	VECM	Welt	1950- 1992	Gemischte Ergebnisse (IVI)
Spiekerman und Wegener (2006)	-	BIP/Kopf	Niveau	Simu- lation	EU	1991- 2001 2001- 2021	Schwach positiv (E)
Swaminathan (2009)	Cobb-Douglas	BIP/Kopf	Niveau	OLS	Mahara- shtra, Indien	1999	Positiv (II)
Huijg et al. (2011)	-	Bevölkerung	Differenz	OLS	Nieder- lande	1840- 1930	Positiv (E)

Bemerkungen:

⁽¹⁾ Einfluss der Erreichbarkeit (E), von Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur (IVI) und Investitionen in die Infrastruktur (II)

⁽²⁾ Negativ bedeutet, weniger Rohwarenlagerbestand (weniger kapitalintensive Produktion) und somit steigende Kapitalproduktivität.

Quelle: BAKBASEL

Canning und Pedroni (2004) untersuchen die Wachstumsrate des BIP pro Kopf in einzelnen Ländern unter anderem anhand von Infrastrukturausgaben in das Strassennetz. In ihrem Modell gibt es eine optimale Infrastruktur, die das Wachstum des BIP pro Kopf maximiert. In Ländern, in denen die Infrastruktur

über dem Optimum liegt, wirken sich Investitionen in die Infrastruktur negativ auf das Wachstum aus, und in Ländern mit weniger ausgeprägter Infrastruktur positiv.

Spiekerman und Wegener (2006) sind in ihrer Studie an dem Zusammenhang zwischen den Erreichbarkeitsprojekten «Trans-European Transport Network (TEN)» und «Transport Infrastructure Needs Assessment» (TINA) der EU und dem BIP pro Kopf interessiert. Diese Projekte dienen dazu die neuen und die alten Mitgliedsländer miteinander zu verbinden und ökonomische Ungleichheiten auszugleichen. Die Autoren fassen die Resultate wie folgt zusammen: «The main general conclusion from the scenario simulations is that the overall effects of transport infrastructure investments and other transport policies are small compared with those of socio-economic and technical macro trends (...)» (Spiekerman und Wegener 2006). Ebenfalls merken sie an, dass der Einfluss des Anstiegs der Erreichbarkeit stark vom Niveau der Erreichbarkeit abhängt: Ein Anstieg der Erreichbarkeit in einer eher abgelegenen Region hat einen grösseren Einfluss auf die wirtschaftliche Performance als ein Anstieg in einer gut erreichbaren Region. Dies deutet auf abnehmende Grenzerträge der Erreichbarkeit hin.

Bei der Studie von Swaminathan (2009) steht der Zusammenhang zwischen Investitionen in die Infrastruktur und dem ökonomischen Wachstum in der indischen Region Maharashtra im Jahre 1999 im Fokus. Die Autorin teilt die Investitionen in Infrastruktur in zwei Untergruppen: die ökonomischen Infrastrukturinvestitionen (Strassennetz, Poststellen und Banken) und die sozialen Infrastrukturinvestitionen (Schulen und Spitäler). Beide Investitionstypen haben einen positiv signifikanten Einfluss auf das ökonomische Wachstum in der Region, wobei die sozialen Investitionen das Wachstum eher indirekt beeinflussen.

Ein Paper, welches die Beziehung zwischen Erreichbarkeit und Bevölkerungswachstum untersucht, ist jenes von Huijg et al. (2011). Die Autoren versuchen dieses anhand der Entwicklung der Bahn in Holland im Zeitraum 1840-1930 zu erklären. Sie sind an dem Zusammenhang zwischen dem Erreichbarkeitsniveau, beziehungsweise der Veränderung der Erreichbarkeit und dem Bevölkerungswachstum in einer Region interessiert. Den Grund für den Einbezug des Erreichbarkeitsniveaus beschreiben die Autoren folgendermassen: «The reason for including accessibility levels is that relatively better accessible municipalities are expected to permanently attract more people in the long run» (Huijg et al. (2011)). Die Ergebnisse fallen relativ moderat aus: Zwar resultiert ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen der Erreichbarkeit (Niveau und Veränderung) und dem Bevölkerungswachstum, jedoch dominieren Wachstums- und Urbanisierungseffekte.

Eine Gemeinsamkeit der Studien von Aschauer (1989), Munnell (Jan. 1990, Sep. 1990), Rupasinga et al. (2002), Canning und Pedroni (2004) und Swaminathan (2009) ist, neben der Infrastruktur oder den Investitionen in die Infrastruktur als unabhängige Variable, eine Cobb-Douglas Funktion, welche als Grundlage für die Regressionsanalysen der Autoren dient. Deshalb werden die Resultate als Elastizitäten interpretiert.

Bei Spiekerman und Wegener (2006) und Huijg et al. (2011) steht nicht unmittelbar der allgemeine "public capital stock" als unabhängige Variable im Zentrum, sondern vielmehr spezifische Projekte oder Entwicklungen im Bereich der Infrastruktur. Es wird untersucht wie sich solche Projekte oder Entwicklungen auf das Bevölkerungswachstum oder auf die ökonomische Performance einer Region auswirken.

4 Forschungsplan

Im vorigen Kapitel wurde anhand der ökonomischen Theorie hergeleitet, dass Erreichbarkeit einen positiven Einfluss auf wirtschaftliche Prosperität hat. Diesen theoretischen Zusammenhang empirisch zu überprüfen ist das Ziel dieser Studie. In diesem Kapitel wird der Forschungsplan vorgestellt, der zu diesem Zweck verfolgt wird. Zunächst wird ein kurzer Überblick über das allgemeine Vorgehen gegeben. Anschließend folgt eine genauere Beschreibung der verwendeten ökonometrischen Methoden.

4.1 Überblick

Ausgehend von der im vorigen Kapitel vorgestellten ökonomischen Wachstumstheorie kann ein theoretischer Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlichem Wohlstand, beziehungsweise wirtschaftlicher Entwicklung, postuliert werden. Die anschließende Frage ist, ob sich dieser Zusammenhang auch empirisch bestätigen lässt. Die Nullhypothese lautet dabei, dass der Einfluss der Erreichbarkeit auf wirtschaftliche Prosperität null ist. Die ökonometrischen Schätzungen werden mit der Software Eviews 7.2 durchgeführt.

Zu testende theoretische Gleichungen

In Tab. 4-1 werden die zu testenden theoretischen Gleichungen, die im vorigen Kapitel anhand ökonomischer Überlegungen hergeleitet wurden, übersichtlich dargestellt.

Tab. 4-1 Zu testende theoretische Gleichungen

Name	Theoretische Gleichung
Niveau	$\ln Y(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln R_1(t) + \beta_2 \cdot \ln R_2(t)$
Differenz1	$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot gR_1(t) + \beta_2 \cdot gR_2(t)$
Differenz2	$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot gR_1(t) + \beta_2 \cdot gR_2(t) + \beta_3 \cdot \ln R_1(t) + \beta_4 \cdot \ln R_4(t)$

Quelle: BAKBASEL

Methoden

Um die postulierten Zusammenhänge zu überprüfen, werden Methoden aus der induktiven Statistik, konkret lineare Regressionsanalysen, verwendet. Die zu testenden Gleichungen sind in Tab. 4-1 aufgelistet. Hierbei kommen zwei verschiedene Ansätze in Betracht: Zunächst werden Strukturmodelle spezifiziert. Diese werden sowohl in einer reinen Querschnitts- als auch in einer Panelform geschätzt. Darüber hinaus wird überprüft, ob dieser Ansatz mit dem Instrumentarium von Vektorautoregressiven Modellen sinnvoll ergänzt werden kann.

Die Priorität der verwendeten Methoden gestaltet sich folgendermassen: Die Hauptgleichung ist die Niveaugleichung des Querschnitts-Strukturmodells. Alle nachfolgenden Gleichungen dienen lediglich dazu, die Resultate der Hauptgleichung auf Robustheit und Sensitivität zu prüfen und eventuell weitere Aspekte zu beleuchten. In diesen Gleichungen ist das Ziel deshalb nicht, den besten Koeffizienten zu finden, sondern die Unterschiede zur Hauptgleichung hervorzuheben. Die Differenzgleichungen des Querschnitts-Strukturmodells erweitern die Hauptgleichung um dynamische Aspekte. Die Gleichungen des Panel-Strukturmodells nutzen die Panelstruktur der Daten, um einerseits effizientere Schätzungen zu generieren, und andererseits die Wahrscheinlichkeit einer Verzerrung durch vergessene Variablen weiter zu senken (durch das Einbauen sog. Fixed Effects). Die Vektorautoregressiven Modelle tragen der Problematik der gegenseitigen Kausalität besser Rechnung. Denn es ist davon auszugehen, dass nicht nur eine bessere Erreichbarkeit einen Einfluss auf die wirtschaftliche Aktivität ausübt, sondern auch umgekehrt eine erfolgreichere wirtschaftliche Entwicklung die Nachfrage nach Verkehrsdienstleistungen erhöht, und höhere öffentliche Investitionen in eine bessere Infrastruktur ermöglicht.

Stichproben

Zwei Datensätze mit longitudinaler (Panel-) Form dienen als Datengrundlage:

- **Europa:** Die europäische Stichprobe umfasst 202 westeuropäische NUTS2-Regionen im Zeitraum 1990-2008. Dieser Datensatz wurde gewählt, um die Charakteristika von grossen, in sich geschlossenen, funktionalen Räumen abzubilden.
- **Schweiz:** Die Schweizer Stichprobe umfasst die 106 MS-Regionen im Zeitraum 1990-2008. Dieser Datensatz soll die Eigenschaften von kleinen, offenen, nicht-funktionalen Räumen erfassen.

Eine Liste der verwendeten Regionen findet sich im Anhang.

Variablen

In den Niveaugleichungen wird als abhängige Variable nicht direkt der gesamtwirtschaftliche Output gewählt, der typischerweise mit dem Bruttoinlandspro-

dukt (BIP) gemessen wird. Dieser enthält nämlich reine Grösseneffekte (grosse, bevölkerungs- oder erwerbstätigenreiche Regionen haben einen höheren Output), die mit zusätzlichen Rechthandvariablen korrigiert werden müssten. Stattdessen wird der wirtschaftliche Output mit Hilfe der Bevölkerung standardisiert. Das BIP pro Kopf (BIP geteilt durch Bevölkerung) misst dabei den Wohlstand einer Region. In den Differenzgleichungen fungiert die Wachstumsrate des BIP pro Kopf als abhängige Variable. In Tab. 4-2 ist dieser Sachverhalt übersichtlich dargestellt.

Tab. 4-2 Abhängige Variablen

Niveau/ Differenz	misst...	Indikatoren	Kürzel
Niveau	Wirtschaftlicher Wohlstand	Reales BIP pro Kopf (reales BIP / Bevölkerung)	XP
Differenz	Wirtschaftliche Entwicklung	Reales BIP-pro-Kopf-Wachstum	gXP

Quelle: BAKBASEL

Die unabhängigen Variablen (die Komponenten der Residualvariablen R) werden in den nachstehenden Tabellen in drei Gruppen unterteilt:

- Standortfaktor Erreichbarkeit: Variablen, welche die Erreichbarkeit einer Region abbilden. Dunkelgrau markiert.
- Übrige Standortfaktoren: Variablen, die sonstige Standortfaktoren erfassen. Hellgrau markiert.
- Übrige Residualvariablen: Variablen, die sonstige Wachstumseffekte abbilden. Weiss markiert.

In dieser Studie interessieren uns nur die Erreichbarkeits-Variablen. Die Gruppen zwei und drei fungieren als Kontrollvariablen und werden in der Regression berücksichtigt, um den Einfluss der Erreichbarkeit zu isolieren und Verzerrung durch vergessene Variablen bestmöglich auszuschliessen.

Die genaue Bedeutung der Variablen, deren Erhebung/Berechnung und deren Vorzeichenhypothese werden in Kapitel 5 erläutert. In Tab. 4-3 und Tab. 4-4 werden die unabhängigen Variablen übersichtlich dargestellt.

Tab. 4-3 Unabhängige Variablen: Europa

Niveau/ Differenz	Residualfaktoren	Indikatoren	Kürzel	Vorzeichen- hypothese
Niveau	Erreichbarkeit (Niveau)	Erreichbarkeits-Indizes Je höher desto besser erreichbar	AC[...]	+
	Regulierung (Niveau)	Regulierungs-Index Je höher desto mehr Regulierung	RG	-
	Besteuerung (Niveau)	Effektiver durchschnittlicher Steuersatz	TX	-
	Innovation (Niveau)	Anteil Arbeitnehmer mit tertiärer Ausbildung	IV	+
	Konjunktur (Niveau) Nur im Panelmodell	Abhängige Variable für Westeuropa	[...]WE	+
Differenz	Erreichbarkeit (Niveau)	Erreichbarkeits-Indizes Je höher desto besser erreichbar	AC[...]	+
	Erreichbarkeit (Wachstum)	Erreichbarkeits-Indizes Je höher desto besser erreichbar	gAC[...]	+
	Regulierung (Niveau)	Regulierungs-Index Je höher desto mehr Regulierung	RG	-
	Regulierung (Wachstum)	Regulierungs-Index Je höher desto mehr Regulierung	gRG	-
	Besteuerung (Niveau)	Effektiver durchschnittlicher Steuersatz	TX	-
	Besteuerung (Wachstum)	Effektiver durchschnittlicher Steuersatz	gTX	-
	Innovation (Niveau)	Anteil Arbeitnehmer mit tertiärer Ausbildung	IV	+
	Innovation (Wachstum)	Anteil Arbeitnehmer mit tertiärer Ausbildung	gIV	+
	Konjunktur (Wachstum) Nur im Panelmodell.	Abhängige Variable für Westeuropa	[...]WE	+
	Konvergenz (Niveau)	BIP/Kopf in der Vorperiode	CT	-
	Fehlerkorrekturterm (Niveau) Nur im Panelmodell	Um eine Periode verzögertes Residuum aus der dazugehörigen Niveaugleichung.	ECT	-

Quelle: BAKBASEL

Tab. 4-4 Unabhängige Variablen: Schweiz

Niveau/ Differenz	Residualfaktoren	Indikatoren	Kürzel	Vorzeichen- hypothese
Niveau	Erreichbarkeit (Niveau)	Erreichbarkeits-Indizes Je höher desto besser erreichbar	AC[...]	+
	Besteuerung (Niveau)	Besteuerungs-Index Je höher desto höhere Steuern	TX	-
	Innovation (Niveau)	Anteil Arbeitnehmer mit tertiärer Ausbildung	IV	+
	Konjunktur (Niveau) Nur im Panelmodell	Abhängige Variable für die Schweiz	[...]CH	+
Differenz	Erreichbarkeit (Niveau)	Erreichbarkeits-Indizes Je höher desto besser erreichbar	AC[...]	+
	Erreichbarkeit (Wachstum)	Erreichbarkeits-Indizes Je höher desto besser erreichbar	gAC[...]	+
	Besteuerung (Niveau)	Besteuerungs-Index Je höher desto höhere Steuern	TX	-
	Besteuerung (Wachstum)	Besteuerungs-Index Je höher desto höhere Steuern	gTX	-
	Innovation (Niveau)	Anteil Arbeitnehmer mit tertiärer Ausbildung	IV	+
	Innovation (Wachstum)	Anteil Arbeitnehmer mit tertiärer Ausbildung	gIV	+
	Konjunktur (Wachstum) Nur im Panelmodell	Abhängige Variable für die Schweiz	[...]CH	+
	Konvergenz (Niveau)	BIP/Kopf in der Vorperiode	CT	-
Fehlerkorrekturterm (Niveau) Nur im Panelmodell	Um eine Periode verzögertes Residuum aus der dazugehörigen Niveaugleichung	ECT	-	

Quelle: BAKBASEL

Im Schweizer Kontext fällt die Variable «Regulierung» weg, da sie für alle Regionen identisch ist.

4.2 Strukturmodelle

Strukturmodelle fokussieren vor allem auf die Querschnittsdimension der Daten, indem eine endogene Variable zu einem bestimmten Zeitpunkt durch exogene Variablen erklärt wird. Zeitlich verzögerte Werte der endogenen Variablen dienen nicht als Erklärungsvariablen. Eine teilweise dynamische Komponente kann nur durch die Verwendung von Wachstumsraten oder Paneldaten in die Betrachtung eingebracht werden.

Die Schätzung der Strukturmodelle erfolgt sowohl durch die Betrachtung der Datensätze als reine Querschnitte als auch durch Ausnutzen der Panel-Eigenschaften. Obwohl beide Datensätze die Form eines Panels haben, also sowohl Beobachtungen über einen Quer- als auch über einen Längsschnitt aufweisen, wird das Hauptaugenmerk auf das Querschnittsmodell gelegt. Dieses wird für beide Datensätze gebildet, indem für jede Querschnittsbeobachtung über den Zeitraum 1991-2008 Durchschnittswerte betrachtet werden. Für Niveauwerte wird dabei der Mittelwert verwendet, für Differenzwerte die (stetige) durchschnittliche jährliche Wachstumsrate. Die Panelregressionen dienen anschliessend insbesondere der Überprüfung der Robustheit der Querschnittsergebnisse.

Die Betrachtung des Querschnitts als Hauptmodell wird aus folgenden Gründen gewählt:

- Der in Kapitel 3 beschriebene Transmissionsmechanismus von Erreichbarkeit zu wirtschaftlicher Prosperität ist zeitlich sehr komplex. Es ist nicht zu erwarten, dass der Effekt, den die Verbesserung der Erreichbarkeit in einer Periode auslöst, sich nur in derselben oder der darauffolgenden Periode niederschlägt. Rationale Agenten dürften die verbesserte Erreichbarkeit, welche eine neue Verkehrsinfrastruktur auslöst, bereits vor deren Eröffnung in ihre Entscheidungen mit einbeziehen. Als Folge steigt die wirtschaftliche Aktivität bereits vor der Eröffnung. Gleichzeitig dauert der Anpassungsprozess der Wirtschaftssubjekte an veränderte Standortfaktoren in der Regel sehr lang. Erreichbarkeit und wirtschaftliche Prosperität befinden sich daher in einer komplexen «Lead-Lag-Beziehung».
- Der in Kapitel 3 beschriebene Transmissionsmechanismus von Erreichbarkeit zu wirtschaftlicher Prosperität spielt sich primär in einer räumlichen, nicht einer zeitlichen, Ebene ab: Die verbesserte Attraktivität eines Standortes führt dazu, dass sich mehr Firmen an diesem Standort ansiedeln, und zwar im Vergleich zu anderen Standorten zum selben Zeitpunkt. Natürlich ist die Anzahl der Firmen an einem Standort in der Folge auch im zeitlichen Vergleich (mit sich selbst) höher. Der Effekt der Erreichbarkeit kann jedoch im räumlichen Vergleich besser herausgearbeitet werden.

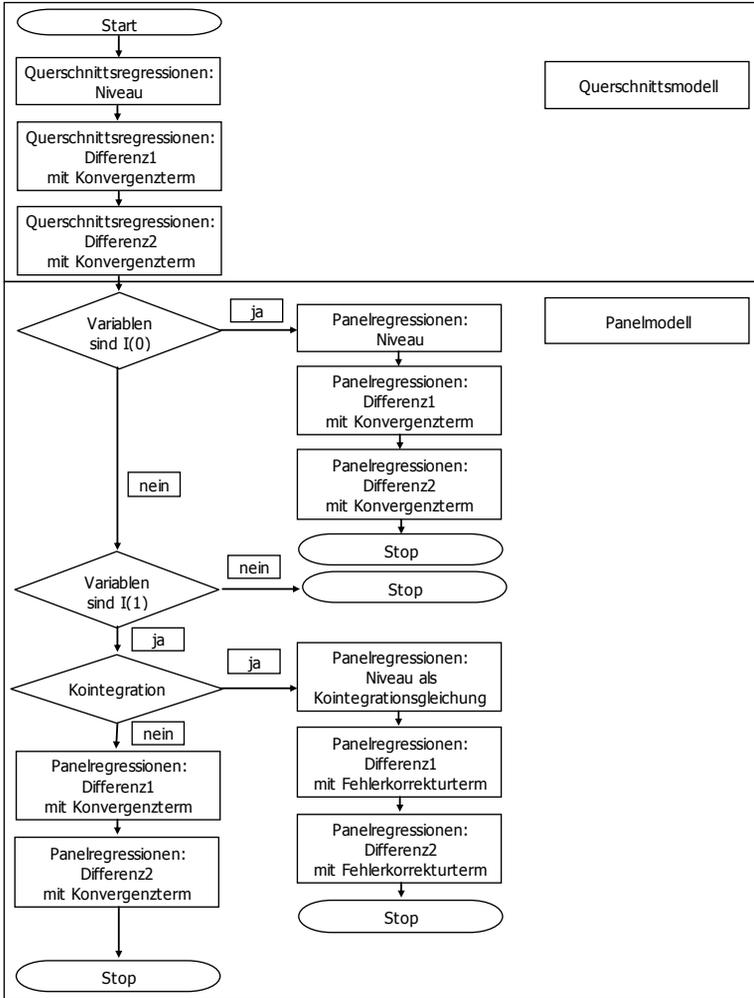
- Wie im nächsten Kapitel dargestellt wird, wurde die Variable Erreichbarkeit in den zwei Datensätzen nur in einzelnen Jahren anhand der konkreten Fahrpläne und weiterer Informationen berechnet. Die Jahre zwischen den «wirklichen» Beobachtungen wurden linear interpoliert. Die genaue dynamische Struktur (die zum Teil durch die Berechnung der Daten selbst entstehen kann) interpretieren zu wollen, darf in einer kritischen Betrachtungsweise als «kühn» bezeichnet werden.

Durch die Bildung von Mittelwerten geht zwar (zeitliche) Information verloren, doch gleichzeitig wird statistisches Rauschen herausgefiltert. Insgesamt dürften die Resultate der Querschnittsregressionen deshalb eindeutiger sein als diejenigen der Panelregressionen.

Der genaue Programmablaufplan der Strukturmodell-Schätzungen ist in Abb. 4-1 dargestellt. Zunächst werden die verschiedenen Schätzgleichungen in ein Querschnitts- und ein Panelmodell unterteilt. In jedem Modell werden anschließend die drei in Tab. 4-1 dargestellten Gleichungen geschätzt. Zunächst werden die Querschnittsregressionen durchgeführt. In die Differenzgleichungen wird dabei als zusätzliche Rechthandvariable ein Term eingefügt, der Konvergenzbewegungen auffangen soll.

Bei den anschließenden Panelregressionen müssen aufgrund der zusätzlichen Zeitreihenstruktur auch Aspekte der Zeitreihenökonometrie beachtet werden: Zunächst muss geklärt werden, ob die Variablen in den Niveaus stationär sind, das heisst, die stochastischen Prozesse integriert der Ordnung null ($I(0)$) sind. Ist dies der Fall, können die Panelregressionen in der Spezifikation der Querschnittsregressionen durchgeführt werden. Sind die Niveaus der Variablen nicht-stationär, muss geklärt werden, ob ihre Differenzen stationär sind. Ist dies nicht der Fall wird der Forschungsplan abgebrochen und neu überdacht. Sind die Differenzen der Variablen jedoch stationär (und die stochastischen Prozesse damit $I(1)$), kann der Forschungsplan weiterverfolgt werden. Als nächstes muss überprüft werden, ob zwischen der abhängigen und mindestens einer der unabhängigen Variablen eine Kointegrationsbeziehung besteht. Ist dies der Fall, können die Panelregressionen in einer den Querschnittsregressionen ähnlichen Spezifikation durchgeführt werden: Die Niveaugleichung muss dabei jedoch als Kointegrationsgleichung, die nur asymptotisch in der langen Frist gilt, interpretiert werden. Ausserdem muss der Konvergenzterm in den Differenzgleichungen durch einen Fehlerkorrekturterm ersetzt werden. Dieser fängt den Effekt auf, nach welchem die abhängige und die kointegrierte unabhängige Variable jede Periode in ihren Gleichgewichtszustand streben. Ist keine Kointegrationsbeziehung feststellbar, kann die Niveaugleichung nicht interpretiert werden. Die Differenzgleichungen sind jedoch unproblematisch und können wiederum mit einem Konvergenzterm geschätzt werden.

Abb. 4-1 Programmablaufplan Strukturmodelle



Quelle: BAKBASEL

Die Überprüfung der Eigenschaften der stochastischen Prozesse im Panelmodell ist für die Validität der Regressionsergebnisse entscheidend. Sind der Regressand und die relevanten Regressoren nicht-stationär und korreliert, besteht die Gefahr, dass ihr gemeinsamer zeitlicher Verlauf lediglich durch einen zeitlichen Trend zustande kommt. Ist dies der Fall, darf diese Scheinkorrelation nicht als Kausalzusammenhang interpretiert werden (siehe Granger und Newbold (1974)). Im Falle von Kointegration folgen die nichtstationären Prozesse demselben zeitlichen Trend. Die Niveaugleichung darf in diesem Fall als langfristige Kointegrationsgleichung interpretiert werden.

4.2.1 Querschnittsmodell

Die theoretischen Gleichungen aus Tab. 4-1 werden im Querschnittsmodell in die in Tab. 4-5 dargestellten Schätzgleichungen umgeschrieben.

Tab. 4-5 Schätzgleichungen der zu testenden theoretischen Gleichungen: Querschnittsmodell

Name	Theorie/ Schätzgl.	Gleichung
Niveau	Theorie	$\ln Y(t) = \beta_0 + \beta_1 \ln R_1(t) + \beta_2 \ln R_2(t)$
	Schätzgl.	$\ln XP_i = \beta_0 + \beta_1 \ln AC_i + \beta_2 \ln RG_i + \beta_3 \ln TX_i + \beta_4 \ln IV_i + \varepsilon_i$
Differenz1	Theorie	$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 gR_1(t) + \beta_2 gR_2(t)$
	Schätzgl.	$gXP_i = \beta_0 + \beta_1 gAC_i + \beta_2 gRG_i + \beta_3 gTX_i + \beta_4 gIV_i + \beta_5 \ln CT_i + \varepsilon_i$
Differenz2	Theorie	$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 gR_1(t) + \beta_2 gR_2(t) + \beta_3 \ln R_1(t) + \beta_4 \ln R_4(t)$
	Schätzgl.	$gXP_i = \beta_0 + \beta_1 gAC_i + \beta_2 gRG_i + \beta_3 gTX_i + \beta_4 gIV_i + \beta_5 \ln AC_i + \beta_6 \ln RG_i + \beta_7 \ln TX_i + \beta_8 \ln IV_i + \beta_9 \ln CT_i + \varepsilon_i$

Quelle: BAKBASEL

Zunächst fällt auf, dass in den Schätzgleichungen der Zeitindex nicht vorhanden ist. Die theoretische Gleichung wird also nur in einem einzigen Zeitpunkt (dem «mittleren Zeitpunkt») betrachtet. Zudem wird die Residualvariable R der theoretischen Gleichungen in die konkreten Standortfaktoren Erreichbarkeit (AC), Regulierung (RG), Besteuerung (TX) und Innovation (IV) unterteilt. In die Differenzgleichungen fließt zusätzlich der Term CT (Convergence Term) mit ein. Dieser soll Wachstumseffekte erfassen, die sich durch eine mögliche Konvergenz der Regionen ergeben. Er wird durch das BIP pro Kopf im Jahr 1990

gemessen. Das Subskript i deutet an, dass die Gleichungen für alle Querschnitts-Entitäten der Stichproben gelten. Die Niveaugleichung wird in der Ökonometrie als «log-log-Modell» bezeichnet. Die geschätzten β -Koeffizienten können in diesem Fall als partielle Output-Elastizitäten der Produktionsfunktion in der reduzierten Form interpretiert werden. Eine einprozentige Veränderung in der unabhängigen Variable AC führt demnach zu einer β_1 -prozentigen Veränderung in der abhängigen Variablen XP .

Die Koeffizienten der Querschnitts-Strukturmodelle werden mittels linearer Regression und der Methode der kleinsten Quadrate (OLS) geschätzt. Es wird eine heteroskedastie-konsistente Kovarianzmatrixschätzung verwendet (White (1980)).

4.2.2 Panelmodell

Tab. 4-6 ist äquivalent zu Tab. 4-5.

Tab. 4-6 Schätzgleichungen der zu testenden theoretischen Gleichungen: Panelmodell

Name	Theorie/ Schätzgl.	Gleichung
Niveau	Theorie	$\ln Y(t) = \beta_0 + \beta_1 \ln R_1(t) + \beta_2 \ln R_2(t)$
	Schätzgl.	$\ln XP_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln AC_{it} + \beta_2 \ln RG_{it} + \beta_3 \ln TX_{it} + \beta_4 \ln IV_{it} + \beta_5 \ln XPWE_{it} + \varepsilon_{it}$
Differenz1	Theorie	$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 gR_1(t) + \beta_2 gR_2(t)$
	Schätzgl.	$gXP_{it} = \alpha_i + \beta_1 gAC_{it} + \beta_2 gRG_{it} + \beta_3 gTX_{it} + \beta_4 gIV_{it} + \beta_5 gXPWE_{it} + \{\ln CT_{it-1} \text{ oder } ECT_{it-1}\} + \varepsilon_{it}$
Differenz2	Theorie	$gY(t) = \beta_0 + \beta_1 gR_1(t) + \beta_2 gR_2(t) + \beta_3 \ln R_1(t) + \beta_4 \ln R_4(t)$
	Schätzgl.	$gXP_{it} = \alpha_i + \beta_1 gAC_{it} + \beta_2 gRG_{it} + \beta_3 gTX_{it} + \beta_4 gIV_{it} + \beta_5 \ln AC_{it} + \beta_6 \ln RG_{it} + \beta_7 \ln TX_{it} + \beta_8 \ln IV_{it} + \beta_8 gXPWE_{it} + \{\ln CT_{it-1} \text{ oder } ECT_{it-1}\} + \varepsilon_{it}$

Quelle: BAKBASEL

Die Gleichungen des Panelmodells unterscheiden sich im Vergleich zu denjenigen des Querschnittsmodells in den folgenden Punkten:

- Das Subskript i wird durch it ersetzt. Die Gleichungen gelten demnach für jede Querschnitts-Entität zu jedem Zeitpunkt.
- Die Regressionskonstante β_0 wird durch α_i ersetzt. Im Panelmodell wird für jede Querschnitts-Entität eine eigene Regressionskonstante geschätzt. Gleichungen dieser Art werden als Fixed-Effects-Modelle bezeichnet. Durch die individuenspezifischen Konstanten können individuenspezifische, aber zeitinvariante Einflüsse aufgefangen werden.
- Sowohl in die Niveau- als auch in die Differenzgleichungen fliesst neu die Rechthandvariable $XPWE_{it}$ (in der Schweizer Stichprobe $XPCH_{it}$) mit ein. Diese Variable fängt Wachstumseffekte auf, welche durch die Konjunktur entstehen. Da die Standortfaktoren strukturell sind, können sie diese Effekte nicht abbilden. Diese Konjunktur-Variable ist konstant über alle Querschnitts-Entitäten, nicht jedoch über die Zeit. Im Querschnittsmodell wird sie deshalb nicht aufgeführt (ihr Einfluss fliesst in die Konstante).
- In den Differenzgleichungen, denen eine kointegrierte Niveaugleichung zugrunde liegt, wird nicht der Konvergenz-Term CT verwendet, sondern ein Fehlerkorrekturterm (ECT). Dieser wird gemessen durch das um eine Periode verzögerte Residuum der zugehörigen Niveaugleichung. Wird der Konvergenz-Term CT verwendet, wird auch dieser um eine Periode verzögert betrachtet.

Ansonsten können die Gleichungen des Panelmodells gleich interpretiert werden wie diejenigen des Querschnittsmodells.

Wie bereits erwähnt wurde, dient das Panelmodell lediglich dazu, die Robustheit und Sensitivität des Querschnittsmodells zu überprüfen. Die Ausnutzung der Panelstruktur bietet dabei folgende Vorteile:

- Durch das Vorhandensein von mehreren Zeitpunkten für eine Querschnitt-Entität können Einflussgrössen, die sich über die Querschnitt-Entitäten unterscheiden, über die Zeit jedoch konstant bleiben, herausgerechnet werden (sie fliessen in die individuenspezifische Konstante α_i). Dadurch sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass die Spezifikation von einer Verzerrung durch vernachlässigte Variablen gekennzeichnet ist.
- Durch das Vorhandensein von Daten in zwei Dimensionen ist die Anzahl Beobachtungen grösser als in normalen Quer- oder Längsschnitt-Datensätzen. Dadurch werden die Schätzer effizienter.

Die Panel-Strukturmodelle werden als Fixed-Effects-Modelle spezifiziert. Diese Entscheidung, die aufgrund des Hausman-Spezifikaktionstests getroffen wurde, wird in Kapitel 6 näher beschrieben. Die Koeffizienten der durch eine Within-

Transformation³ transformierten Gleichungen werden mittels linearer Regression und der Methode der kleinsten Quadrate (OLS) geschätzt. Um allfälliger Heteroskedastizität über die Regionen und Autokorrelation innerhalb der Region (Cross-Section-Clustering) vorzubeugen, wird die Kovarianzmatrix mit einem Verfahren von Arellano (1987) korrigiert.

4.3 Vektorautoregressive Modelle

Vektorautoregressive Modelle (VAR-Modelle) fokussieren insbesondere auf die Zeitdimension der Daten: Mehrere endogene Variablen werden dabei sowohl durch ihre eigenen Vergangenheitswerte als auch die Vergangenheitswerte anderer endogener Variablen bestimmt. Exogene Einflüsse können ebenfalls modelliert werden. VAR-Modelle sind durch diese Struktur bestens geeignet, gegenseitige zeitlich verzögerte Abhängigkeiten zu modellieren.

In dieser Studie wird die VAR-Methodik aus der Zeitreihen-Ökonometrie auf einen Panel-Datensatz angewandt, ohne einen formellen Beweis für die Gültigkeit dieses Ansatzes zu geben. In der Literatur finden sich einige Beispiele für ähnliche Ansätze (z.B. Hoffman (2003), Vidangos(2009)).

Da sich in der empirischen Analyse herausstellen wird, dass die abhängige und die meisten der unabhängigen Variablen nicht stationär in den Niveaus sind, wird nicht ein Vektorautoregressives Modell, sondern ein Vektor-Fehlerkorrekturmodell (VECM) geschätzt. In den folgenden Erläuterungen soll deshalb nur auf letzteres eingegangen werden. Da die Interpretation der Koeffizienten eines VECM schwierig ist, wird die Wirkungsbeziehung zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität mittels Impuls-Antwort-Funktionen und Granger-Kausalitätstests bestimmt, die auf der geschätzten VECM-Spezifikation basieren. Die Impuls-Antwort-Funktionen erlauben eine Unterscheidung des Wirkungseffekts in kurzfristige Multiplikator- und langfristige Gleichgewichtseffekte.

Im Gegensatz zu den Strukturmodellen werden die VECM hier nicht im selben Detaillierungsgrad beschrieben. Einerseits dienen sie lediglich dazu, die Plausibilität der Ergebnisse der Strukturmodelle zu überprüfen und dynamische Aspekte zu beleuchten. Andererseits ist die ökonometrische Theorie dahinter komplex und dem Lesefluss dieser Studie nicht dienlich. Für eine genaue Beschreibung

³ Die Within-Transformation besteht darin, von jeder in der Gleichung enthaltenen Variablen die jeweiligen individuenspezifischen Mittelwerte abzuziehen. Dadurch werden sogenannte Individualeffekte, die konstant über die Zeit sind, eliminiert.

der mathematischen Struktur von Panel-VECMs sei der Leser an Anderson et al. (2006) oder Groen und Kleibergen (2001) verwiesen.

Dem VECM wird eine Kointegrationsgleichung zugrunde gelegt, und zwar eine ähnliche, wie sie im Panel-Strukturmodell verwendet wird:

Gleichung 4.1

$$\ln XP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln AC_{it} + \beta_2 \ln RG_{it} + \beta_3 \ln TX_{it} + \beta_4 \ln IV_{it} + \beta_5 \ln XPWE_{it} + \varepsilon_{it}$$

Anschliessend wird aufbauend auf dieser Kointegrationsgleichung ein VECM geschätzt. Es werden dabei sowohl der Regressand als auch alle Regressoren als endogen betrachtet. Ausserdem wird eine exogene Konstante hinzugefügt. Da der Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität wahrscheinlich über komplexe Lead-Lag-Beziehungen definiert ist, wird mit 5 Jahren eine relativ lange zeitliche Verzögerung gewählt.

Das VECM nimmt schliesslich die folgende Form an:

Gleichung 4.2

$$\begin{bmatrix} gXP_{it} \\ gAC_{it} \\ gRG_{it} \\ gTX_{it} \\ gIV_{it} \\ gXPWE_{it} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{0,XP} + \beta_{1,XP}gXP_{it-1} + \dots + \beta_{5,XP}gXP_{it-5} + \dots + \beta_{30,XP}gXPWE_{it-5} + ECT_{it-1} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{bmatrix}$$

5 Daten

Im vorigen Kapitel wurden die linearen Regressionsmodelle vorgestellt, die zur empirischen Überprüfung des theoretischen Zusammenhangs zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität verwendet werden. Die Variablen, welche in die Regressionsanalyse einfließen, wurden nur kurz erwähnt. In diesem Kapitel wird genauer auf den Transmissionsmechanismus, die Messung, einige «Stylized Facts» und die Vorzeichenhypothesen bezüglich dieser Variablen eingegangen.

In den Regressionsmodellen werden Paneldaten verwendet. Den Querschnitt bilden die 202 westeuropäischen NUTS2-Regionen, beziehungsweise 106 schweizerischen MS-Regionen. Der Längsschnitt geht über die Periode 1990 bis 2008. Die Daten der europäischen Stichprobe entstammen der Datenbank des «International Benchmarking Programme» von BAKBASEL (IBP-Datenbank). Eine eingehende Beschreibung dieser Daten ist in BAKBASEL (2011) zu finden. Die Daten der schweizerischen Stichprobe entstammen der Schweizer Regionaldatenbank, die von BAKBASEL geführt wird. Weiterführende Informationen dazu können von BAKBASEL angefordert werden.

5.1 Abhängige Variable

Als abhängige Variable wird das BIP pro Kopf verwendet. Dieser Term ist der Quotient aus BIP und Bevölkerung. Diese beiden Grössen werden nachfolgend kurz erklärt:

BIP

Bruttoinlandsprodukt

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist ein gängiges Mass in den Wirtschaftswissenschaften, um die wirtschaftliche Leistung einer Volkswirtschaft in einem bestimmten Zeitraum zu bestimmen. Es gibt den Gesamtwert aller Güter (Waren und Dienstleistungen) an, die innerhalb einer Periode innerhalb der Landesgrenzen einer Volkswirtschaft hergestellt wurden. Es setzt sich zusammen aus Konsum, Investitionen, Staatsausgaben und Exporten.

Die Wertschöpfung einer Branche ist genau gleich definiert wie das Bruttoinlandsprodukt mit der Ausnahme, dass nur Güter erfasst werden, die in der re-

levanten Branche hergestellt wurden. Ausserdem wird die Wertschöpfung in Herstellungspreisen, das BIP aber in Marktpreisen, gemessen.

- Europa: BIP gemessen in Euro. Der Betrag wird sowohl um das Preiswachstum (reales BIP) als auch die relative Kaufkraft korrigiert.
- Schweiz: BIP gemessen in Schweizer Franken. Der Betrag wird nur um das Preiswachstum (reales BIP) korrigiert.

Bevölkerung

Die Bevölkerung besteht aus allen Personen, staatsangehörig oder nicht, die zu einem gegebenen Zeitpunkt ihren Wohnsitz permanent in einem Land haben. Sie können auch temporär abwesend sein. In der IBP-Datenbank wird als Zeitpunkt das Jahresende verwendet. Die Einheit der Bevölkerung sind Personen.

BIP pro Kopf

Das BIP pro Kopf hat demnach die Einheit Euro pro Person, respektive Schweizer Franken pro Person.

5.2 Unabhängige Variablen

Im Folgenden werden die unabhängigen Variablen gegliedert nach den in Kapitel 4 erwähnten drei Gruppen dargestellt. Zunächst wird jeweils der aus der ökonomischen Theorie ableitbare Transmissionsmechanismus erklärt. Anschliessend werden die für die europäische und schweizerische Stichprobe verwendeten Daten vorgestellt. Bei den sonstigen Standortfaktoren werden nur deren Berechnung oder deren Quellen und eventuelle Nachbearbeitungen durch BAKBASEL vorgestellt. Bei der Erreichbarkeit werden zusätzlich einige «stylized facts» graphisch dargestellt. Abschliessend wird näher auf die in Tab. 4-3 und Tab. 4-4 aufgestellten Vorzeichenhypothesen eingegangen. Da unser Hauptinteresse dem Standortfaktor Erreichbarkeit gilt, wird dieser auch am eingehendsten diskutiert.

5.2.1 Standortfaktor Erreichbarkeit

5.2.1.1 Transmissionsmechanismus

Die aus der ökonomischen Theorie ableitbaren Transmissionskanäle von Erreichbarkeit zu wirtschaftlicher Prosperität, respektive wirtschaftlicher Entwicklung, werden in Kapitel 3 dargestellt.

5.2.1.2 Messung

Erreichbarkeit ist ein komplexer Begriff. Bevor Indikatoren festgelegt werden, muss klar sein, was gemessen werden soll. Wie in Kapitel 3 hergeleitet wurde, liegt dem Erreichbarkeitskonzept zugrunde, dass ein volkswirtschaftlicher Nutzen durch das Erreichen anderer Regionen erzielt werden kann. Dieser Nutzen hängt von den Antworten⁴ auf die in Tab. 5-1 gestellten fünf Fragen ab.

Tab. 5-1 Erreichbarkeitskonzept von BAKBASEL

5 Fragen und Antworten von BAKBASEL
Erreichbarkeit für wen?	Personen, insbesondere Geschäftsleute und Arbeitnehmer
Erreichbarkeit von was (Potential-/Aktivitätsparameter)?	Märkte für Waren und Dienstleistungen (nominales BIP)
Welches Mass für Raumwiderstand?	Reisezeit (schnellste Verbindung) und geographische Distanz (Luftlinie)
Welche räumliche Ebene?	<ul style="list-style-type: none"> • Europa: 202 westeuropäische Ausgangspunkte (Kernstädte der 202 betrachteten NUTS2-Regionen) 291 europäische (West und Ost) Zielorte (wichtige europäische Städte) Sitzungen, Messen etc. müssen erreicht werden. • Schweiz: 106 schweizerische Ausgangspunkte (Kernstädte der 106 betrachteten MS-Regionen) 3007 schweizerische und europäische Zielorte (alle Schweizer Gemeinden und grenznahe Gemeinden der Nachbarländer) Pendeln muss möglich sein.
Welche Verkehrsträger?	<ul style="list-style-type: none"> • Europa: Multimodal (optimale Kombination aus Luft-, Schienen- und Strassenverkehr), Schiene, Strasse • Schweiz: Öffentlicher Verkehr (OEV), motorisierter Individualverkehr (MIV)

Quelle: BAKBASEL

Wie in Tab. 5-1 erkennbar ist, fokussiert das Erreichbarkeitsmodell von BAKBASEL auf den Nutzen, den Geschäftsleute und Arbeitnehmer aus dem Er-

⁴ Natürlich könnten auf die Fragen auch andere Antworten gegeben werden (anstelle des BIP die Bevölkerung als Aktivitätsparameter, anstelle der Reisezeit die Reisekosten als Raumwiderstand etc.).

reichen von Waren- und Dienstleistungsmärkten ziehen. In der Terminologie von Kapitel 3 wäre dies der Transmissionskanal der Produktivitätssteigerung über das effizientere Handhaben bestehender Märkte, respektive die Erschließung neuer Märkte. Der daraus gezogene Nutzen wird durch die Kosten des Reisens verringert. Diese werden zum einen über die Reisezeit (wobei die täglich schnellste Verbindung gewählt wird), zum anderen über die geographische Distanz zwischen Ursprungs- und Zielregion gemessen. Der Kontext, in dem die Erreichbarkeit betrachtet werden muss, unterscheidet sich je nach Stichprobe, die wir betrachten: In der europäischen Stichprobe ist die Erreichbarkeit weiter gefasst als in der schweizerischen. In der europäischen Stichprobe werden Tätigkeiten wie das Besuchen von Sitzungen und Messen von der Erreichbarkeit beeinflusst, während in der schweizerischen der Fokus auf dem Pendeln liegt. Schliesslich beeinflusst der gewählte Verkehrsträger die Reisezeit. In der europäischen Stichprobe werden die kürzeste Reisezeit von Luft, Schiene und Strasse (multimodal) sowie die Reisezeiten von Schiene und Strasse separat betrachtet. In der schweizerischen Stichprobe werden die Reisezeiten des öffentlichen Verkehrs (Strasse und Schiene) und des motorisierten Individualverkehrs betrachtet.

Anhand der oben spezifizierten Parameter werden im Erreichbarkeitsmodell von BAKBASEL spezifische Erreichbarkeitswerte berechnet. Diese basieren auf dem Ansatz aktivitätsbasierter Gravitationsindikatoren (Bleisch 2005). In Bezug auf die Reisezeit folgen sie zudem dem Konzept der Erreichbarkeit «aus der Region» (outbound accessibility), das heisst es wird die Reisezeit herangezogen, die man benötigt, um aus der Region andere Regionen zu erreichen. Ein jeweiliger regionaler Erreichbarkeitsindex wird gebildet aus der Summe des zu erreichenden Potentials, abdiskontiert über den Raumwiderstand zwischen Ursprungs- und Zielregion. Je nach analysierter Ebene (europäische oder schweizerische Stichprobe) wird dabei ein unterschiedlicher Faktor verwendet, welcher den Halbwertswiderstand bestimmt. Der Halbwertswiderstand gibt an, bei welchem Raumwiderstand das Potential einer Zielregion nur noch zur Hälfte in den Erreichbarkeitswert einfließt. Die Summe der hierbei berechneten Werte über alle Zielregionen ergibt den Erreichbarkeitswert einer Ursprungsregion.

Gleichung 5.1

$$A_i = \sum_{j=1}^m w_j \cdot e^{-\beta_c \cdot c_{ij}}$$

A_i = Erreichbarkeitswert der Ursprungsregion i

w_j = Potential/Aktivität in der Zielregion j

c_{ij} = Raumwiderstand zwischen Ursprungsregion i und Zielregion j

β_c = Raumwiderstandssensibilität (bezogen auf das Raumwiderstandsmass c).

$e^{-\beta_c \cdot c_{ij}}$ = Diskontfaktor

Da dieser Erreichbarkeitswert einer eher abstrakten Grösse gleichkommt, wird er abschliessend indexiert. Zudem muss erwähnt werden, dass Erreichbarkeit eine punktuelle Information ist, die auf der Basis von Transportnetzwerken berechnet wird, die aus Knotenpunkten und Verbindungen bestehen. Einer Region (einer Fläche) muss daher je ein repräsentativer Knotenpunkt zugeordnet werden. Im BAKBASEL-Erreichbarkeitsmodell wird die Kernstadt jeder Region verwendet, da sich dieser Ansatz mit der Annahme deckt, dass Regionen über ihre Kernstädte miteinander interagieren. In jeder Stadt fungiert der Haupt-Bahnhof⁵ als geographisches Zentrum.

Im Folgenden muss die Berechnung/Kalibrierung der Parameter Potential/Aktivität, Raumwiderstand und Raumwiderstandssensibilität eingehend besprochen werden.

Potential/Aktivität w_j

Als Aktivitätsparameter wird nicht das nominale BIP an sich, sondern das BIP der jeweiligen Zielregion dividiert durch die Summe der BIP aller Zielregionen verwendet. Man erhält dadurch das relative BIP-Gewicht/den «Marktanteil» einer Zielregion, weshalb der Koeffizient in Gleichung 5.1 mit w (für «weight») bezeichnet wird. Der Grund dafür ist folgender: Nähme man das nominale BIP an sich, würde das reine BIP-Wachstum aller Regionen allein schon (ohne irgendwelche Infrastrukturverbesserungen) zu Verbesserungen der Erreichbarkeiten führen. Das mag in gewissen Fragestellungen sinnvoll erscheinen, in dieser Studie würden dadurch jedoch Effekte der Erreichbarkeit zugeschrieben, die nichts mit Infrastrukturverbesserungen zu tun haben. Dadurch würde eine Scheinkorrelation entstehen. Definitionsgemäss summieren sich die Gewichte zu eins.

Des Weiteren werden die relativen BIP-Gewichte in einem Jahr (dem Basisjahr) fixiert. Diese fixierten BIP-Gewichte werden in allen Jahren zur Berechnung der Erreichbarkeit verwendet. Wiederum gibt es dafür einen guten Grund: Gewinnt eine Gruppe an Zielregionen (z.B. Osteuropa) an Gewicht, verbessert sich die Erreichbarkeit (outbound accessibility) der näher gelegenen Orte (z.B. Wien) allein dadurch. Dieser Effekt mag wiederum in gewissen Fragestellungen von

⁵ In Städten mit mehreren grossen Bahnhöfen (Paris, London) wird ein spezifischer Bahnhof gewählt.

Interesse sein, im Kontext dieser Studie würde er jedoch erneut Effekte abbilden, die nicht direkt mit Infrastrukturverbesserungen zusammenhängen.

Raumwiderstand c_{ij}

In dieser Studie werden Erreichbarkeitsindizes auf der Basis von zwei unterschiedlichen Raumwiderstandsmassen berechnet. Die Erreichbarkeit einer Region setzt sich nämlich grundsätzlich aus zwei Komponenten zusammen:

- der geographischen Lage (zentral oder peripher), später abgekürzt mit Geographie oder G
- den Transportanstrengungen (gute oder schlechte Verkehrsinfrastruktur und -dienstleistungen), später abgekürzt mit Transport oder T

Die geographische Lage ist dabei exogen und kann nicht beeinflusst werden. Die Transportanstrengungen sind jedoch von politischen Entscheidungsträgern beeinflussbar. In den Querschnitts-Regressionen soll daher zusätzlich zur Frage, ob Erreichbarkeit einen Einfluss auf wirtschaftlichen Wohlstand/ wirtschaftliche Entwicklung hat, geklärt werden, welcher Teil der Erreichbarkeit den entscheidenden Einfluss ausübt. Ist es die geographische Lage, stossen alle Bemühungen letztlich an eine natürliche Grenze. Sind es die Transportanstrengungen stossen die Bemühungen früher oder später auch an eine natürliche Grenze, es bietet sich jedoch ein viel grösserer Spielraum. Die Systematik wird in Abb. 5-1 graphisch dargestellt.

Wie in Abb. 5-1 ersichtlich ist, sind Daten für die Raumwiderstandsmasse von A (Gesamterreichbarkeit, Reisezeiten) und G (Geographie-Erreichbarkeit, Distanzen) vorhanden, womit die Erreichbarkeits-Indizes über die oben beschriebene Methode berechnet werden können. Die Reisezeiten bezieht BAKBASEL vom Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme der ETH Zürich (IVT), welches diese über die Auswertung von Fahrplänen (öffentlicher Verkehr) und anhand von Strecken und zulässigen Geschwindigkeiten (privater Verkehr) berechnet. Die geographische Distanz wird als Luftlinie zwischen Ursprungsort und Zielort berechnet. Die Erdkrümmung wird sowohl in der europäischen als auch der schweizerischen Stichprobe mit einberechnet, jedoch wird die Erde näherungsweise als Kugel betrachtet. Die Luftlinie (Distanz d) wird mit folgender Formel berechnet:

Gleichung 5.2

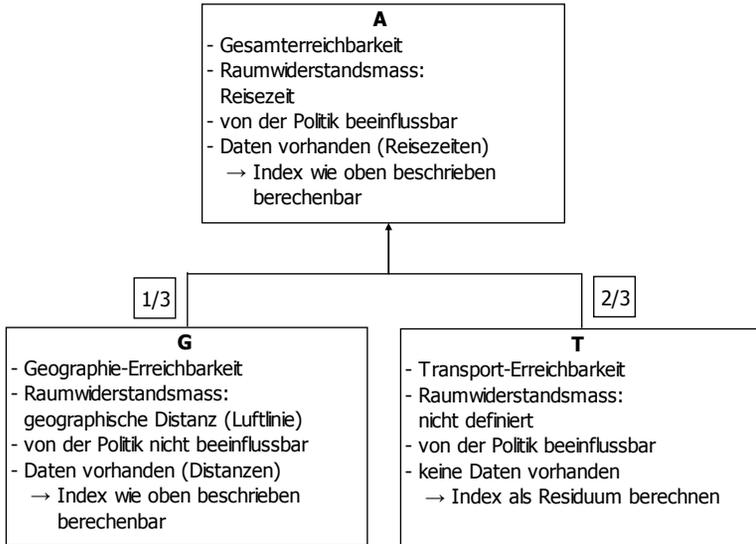
$$d = \arccos(\sin(\varphi_1) \cdot \sin(\varphi_2) + \cos(\varphi_1) \cdot \cos(\varphi_2) \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)) \cdot r_E$$

φ_i = geographische Breite des Ortes i (im Bogenmass)

λ_i = geographische Länge des Ortes i (im Bogenmass)

r_E = Erdradius (in km), es wird der mittlere Radius von 6371.0008 km verwendet.

Abb. 5-1 Unterteilung der Gesamterreichbarkeit



Quelle: BAKBASEL

Die Definition eines Raumwiderstandsmasses für T (Transport-Erreichbarkeit) gestaltet sich ungleich schwieriger. Eine Möglichkeit wären die Reisekosten, doch auch diese vermögen den Effekt der reinen Transportanstrengungen nicht zu isolieren. Unter anderem fließen die geographische Distanz oder Energiepreise (Kerosin, Benzin, Strom) mit ein. BAKBASEL wählt daher den Weg, T als Residuum von A und G zu berechnen. Dazu muss eine funktionale Form des Zusammenhangs zwischen A einerseits und G und T andererseits unterstellt werden. BAKBASEL wählt hierzu einen linearen Zusammenhang der folgenden Form:

Gleichung 5.3

$$A = a_g \cdot G + a_t \cdot T \Leftrightarrow T = \frac{1}{a_t} \cdot A - \frac{a_g}{a_t} \cdot G$$

Da BAKBASEL den Einfluss der Transportinfrastruktur auf die Gesamterreichbarkeit als wichtiger erachtet als den Einfluss der geographischen Distanz werden

die Koeffizienten a_t und a_g auf die Werte $2/3$ und $1/3$ gesetzt. Diese Werte sind arbiträr und basieren auf Annahmen.

Raumwiderstandssensibilität β_c

In dieser Studie werden durch die Wahl der zwei Stichproben aus unterschiedlichen Grundgesamtheiten auch zwei unterschiedliche räumliche Ebenen der Erreichbarkeit unterstellt. Wie in Kapitel 4 bereits erläutert wurde, soll die Stichprobe von 202 westeuropäischen NUTS2-Regionen Charakteristika von grossen, in sich geschlossenen, funktionalen Räumen erfassen, während die Stichprobe von 106 schweizerischen MS-Regionen kleine, offene, nicht-funktionale Räume abbildet. Als Folge davon hat das Reisen/Transportieren von Gütern zwischen den Regionen in den beiden Kontexten eine unterschiedliche Bedeutung:

- Europa: Es findet ein Austausch zwischen funktionalen Regionen statt, z.B. Sitzungen von multiregionalen (-nationalen) Firmen, Besuche von Messen.
- Schweiz: Es findet ein Austausch zwischen nicht-funktionalen Regionen statt, z.B. pendelnde Arbeitnehmer, Einkäufe in einer städtischen Region.

Diese unterschiedlichen Kontexte haben einen Einfluss auf die Wahl des Raumwiderstandssensibilitäts-Parameters β . Dieser muss so kalibriert werden, dass sich ein für den entsprechenden Kontext sinnvoller Halbwerts widerstand ergibt. Der Parameter β unterscheidet sich jedoch nicht nur hinsichtlich der räumlichen Ebene, sondern auch hinsichtlich des gewählten Raumwiderstandsmasses c : Da Reisezeit und geographische Distanz in unterschiedlichen Masseinheiten und Skalen gemessen werden, kann nicht derselbe β -Wert verwendet werden. In dieser Studie wird folgendermassen vorgegangen, um zu konsistenten β -Werten zu gelangen:

1. Anhand von typischen Zeitdistanzen innerhalb einer räumlichen Ebene werden sinnvolle Halbwertszeiten und dadurch β -Werte für das Raumwiderstandsmass Reisezeit definiert.
2. Damit der Diskontfaktor in Gleichung 5.3 für das Raumwiderstandsmass geographische Distanz Werte in derselben Grössenordnung wie für das Mass Reisezeit ergibt, wird der β -Wert für das Widerstandsmass geographische Distanz folgendermassen definiert:

Gleichung 5.4

$$\beta_d = \beta_c \cdot \frac{\hat{\mu}_{c_{ij} \text{Basisjahr}}}{\hat{\mu}_{d_{ij}}}$$

c_{ijt} : Reisezeit zwischen Ursprungsort i und Zielort j zum Zeitpunkt t

d_{ij} : Distanz zwischen Ursprungsort i und Zielort j (über die Zeit konstant)

β_c : Parameter für die Reisezeit-Sensibilität

β_d : Parameter für die Distanz-Sensibilität

$\hat{\mu}_A$: Stichproben-Mittelwert (ungewichtet) der Variablen A über die Querschnittsdimension

Innerhalb des Erreichbarkeitsmodells von BAKBASEL werden die folgenden typischen Zeitdistanzen, Halbwertszeiten und β -Werte unterstellt:

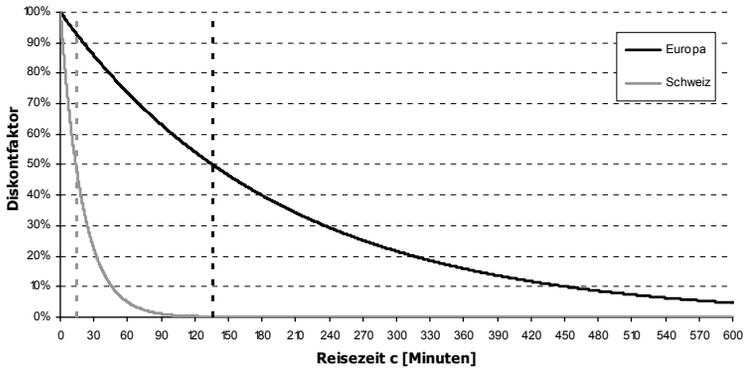
Tab. 5-2 Stufen der Erreichbarkeit

	Zeit- distanz	Para- meter	Typ. Wert	Halb- wertszeit	Aktivität
Lokal	5-15 min	β_1	0.2	3.5 min	täglicher Einkauf, Lunch
Regional (intraregional)	15-50 min	β_2	0.05	14 min	Pendeln
Kontinental	50-180 min	β_3	0.005	140 min	Sitzungen, Messen
Global (interkontinental)	> 180 min	β_4	0.0015	460 min	Internationaler Aus- tausch

Quelle: nach Andersson und Karlsson (2004)

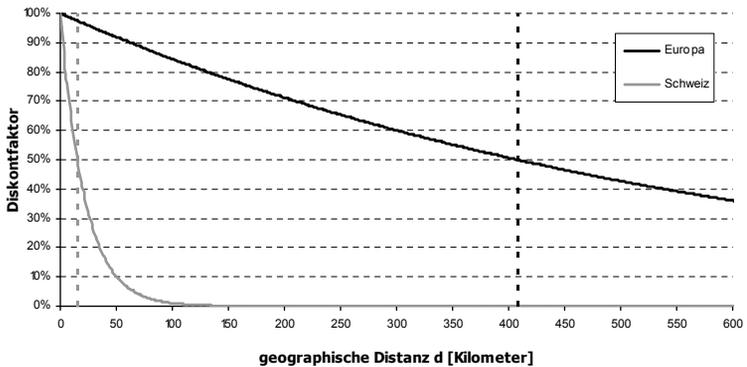
In dieser Studie wird für die europäische Stichprobe die kontinentale Stufe der Erreichbarkeit unterstellt. Es wird jedoch nicht der β -Wert 0.005, sondern basierend auf Schätzungen von Bleisch (2005) ein Wert von 0.0051 angenommen. Für die schweizerische Stichprobe wird der regionale Kontext und somit ein β -Wert von 0.05 gewählt. Die β -Werte für die geographische Distanz werden anschliessend anhand von Gleichung 5.4 für das Basisjahr 2002 (Europa), respektive 2005 (Schweiz), berechnet. In Abb. 5-2 ist der Verlauf der Diskontfaktoren aus Gleichung 5.1 in Abhängigkeit der Reisezeit dargestellt, in Abb. 5-3 in Abhängigkeit der geographischen Distanz.

Abb. 5-2 Diskontfaktoren: Reisezeit



Bemerkung: Die gestrichelte Linie gibt die Halbwertszeit an.
Quelle: BAKBASEL

Abb. 5-3 Diskontfaktoren: Geographische Distanz



Bemerkung: Die gestrichelte Linie gibt die Halbwertsdistanz an.
Quelle: BAKBASEL

In Tab. 5-3 sind die β -Werte und Halbwertsdistanzen übersichtlich dargestellt.

Tab. 5-3 Zusammenfassung der β -Werte und Halbwertswiderstände

		Reisezeit	Geographische Distanz
Europa	β -Wert	0.0051	0.0017
	Halbwertswiderstand	135.9 min	407.8 km
Schweiz	β -Wert	0.0500	0.0457
	Halbwertswiderstand	13.9 min	15.2 km

Quelle: BAKBASEL

Berechnung der Erreichbarkeits-Indizes

Nachdem die Berechnung/Kalibrierung der relevanten Parameter in Gleichung 5.1 definiert wurde, können Erreichbarkeitswerte sowohl für die unterschiedlichen Raumwiderstände (A, G, T) als auch Verkehrsträger (multimodal, Schiene, Strasse, ÖV, MIV) berechnet werden. Wir benutzen folgende Subskripte:

$i = 1, 2, \dots, n$: Ursprungsorte

$j = 1, 2, \dots, m$: Zielorte

$t = 1990, 1991, \dots, 2008$: Zeit

mm (multimodal), sc (Schiene), st (Strasse), oev (öffentlicher Verkehr), miv (motorisierter Individualverkehr)

Für das Potential der Zielorte gilt:

Gleichung 5.5

$$X_t = \sum_{j=1}^m X_{jt}, \quad w_{jt} = \frac{X_{jt}}{X_t}, \quad \sum_{j=1}^m w_{jt} = 1$$

X_{jt} : Nominales BIP des Zielortes j zum Zeitpunkt t (in derselben Währung gemessen).

Zunächst werden Erreichbarkeitswerte berechnet:

Gleichung 5.6

$$A_{mm,it}^* = \sum_{j=1}^m (w_{jb} \cdot e^{-\beta_c \cdot c_{mm,jit}})$$

Gleichung 5.7

$$G_i^* = \sum_{j=1}^m (w_{jb} \cdot e^{-\beta_d \cdot d_{ij}})$$

$A_{mm,it}^*$: Gesamt-Erreichbarkeitswert für Ursprungsort i zum Zeitpunkt t mit dem Verkehrsträger multimodal

G_i^* : Geographie-Erreichbarkeitswert für Ursprungsort i. Zeitpunkt und Verkehrsträger sind hier irrelevant, da die geographische Distanz von keinem der beiden abhängt.

w_{jb} : relatives BIP-Gewicht von Zielort j im Basisjahr b (Europa: 2002, Schweiz: 2005)

β_c : Parameter für die Reisezeit-Sensibilität

β_d : Parameter für die Distanz-Sensibilität

$c_{mm,ijt}$: Reisezeit zwischen Ursprungsort i und Zielort j zum Zeitpunkt t mit dem Verkehrsträger multimodal

d_{ij} : geographische Distanz zwischen Ursprungsort i und Zielort j (über die Zeit und Verkehrsträger konstant)

An diesem Punkt muss eine Warnung eingeschoben werden: Die Gesamterreichbarkeitswerte können leider nicht zu jedem Zeitpunkt in der Periode 1990-2008 berechnet werden. Der Grund ist, dass das IVT die Berechnung der Reisezeiten nicht jedes Jahr durchführt. In Tab. 5-4 sind die Jahre aufgelistet, für die konkrete Reisezeiten vorhanden sind. Um die Lücken zu füllen, wurden die Werte zwischen den vorhandenen Jahren mittels linearer Interpolation berechnet.

Tab. 5-4 Reisezeit: Vorhandene Jahre

Verkehrsträger	Vorhandene Jahre
Multimodal	1991, 1996, 2000, 2002, 2003, 2004, 2006, 2008
Schiene	1990, 2002, 2006, 2008
Strasse	1990, 2000, 2008
Öffentlicher Verkehr	1990, 2000, 2005, 2008
Motorisierter Individualverkehr	1990, 2000, 2005, 2008

Quelle: BAKBASEL

Da die so berechneten Erreichbarkeitswerte schwierig zu interpretieren sind und letztlich nur der relative Vergleich von Regionen angestrebt wird, werden die Erreichbarkeitswerte so indexiert, dass ein Mittelwert von 100 und eine Standardabweichung von 10 resultiert. In der europäischen Stichprobe (mm, sc, st) wird dabei das Basisjahr 2002 gewählt, in der schweizerischen (oev, niv) das Basisjahr 2005.

Gleichung 5.8

$$A_{mm,it} = \left(A_{mm,it}^* - \hat{\mu}_{A_{mm,i}^*,2002} \right) \cdot \left(\frac{10}{\hat{\sigma}_{A_{mm,i}^*,2002}} \right) + 100$$

Gleichung 5.9

$$G_{mm,i} = \left(G_i^* - \hat{\mu}_{G_i^*} \right) \cdot \left(\frac{10}{\hat{\sigma}_{A_{mm,i}^*,2002}} \right) + 100$$

$A_{mm,it}$: Gesamt-Erreichbarkeitsindex für Ursprungsort i zum Zeitpunkt t mit dem Verkehrsträger multimodal

$G_{mm,i}$: Geographie-Erreichbarkeitsindex für Ursprungsort i mit dem Verkehrsträger multimodal. Der Verkehrsträger ist hier relevant, da die Streuung des Geographie-Erreichbarkeitswertes mit demselben Faktor normalisiert wird wie diejenige des Gesamt-Erreichbarkeitswertes. Die Wahl dieser Methode rechtfertigt sich damit, dass das Verhältnis von G zu A nicht willkürlich verändert werden sollte.

$\hat{\mu}_A$: Stichproben-Mittelwert (ungewichtet) der Variablen A über die Querschnittsdimension

$\hat{\sigma}_A$: Stichproben-Standardabweichung (ungewichtet) der Variablen A über die Querschnittsdimension

Der Term $\left(\frac{10}{\hat{\sigma}_{A_{mm,i}^*,2002}} \right)$ ist ein Streuungs-Normalisierungsfaktor, der auch für

$G_{mm,i}$ verwendet wird.

Es gilt damit:

Gleichung 5.10

$$\hat{\mu}_{A_{mm,i}2002} = 100, \quad \hat{\sigma}_{A_{mm,i}2002} = 10$$

Gleichung 5.11

$$\hat{\mu}_{G_{mm,i}} = 100, \quad \hat{\sigma}_{G_{mm,i}} \neq 10$$

Der Transport-Erreichbarkeitsindex wird schliesslich aus dem Gesamt-Erreichbarkeitsindex und dem Geographie-Erreichbarkeitsindex berechnet:

Gleichung 5.12

$$A_{mm,it} = \frac{1}{3}G_{mm,i} + \frac{2}{3}T_{mm,it} \Leftrightarrow T_{mm,it} = \frac{3}{2}A_{mm,it} - \frac{1}{2}G_{mm,i}$$

Es gilt:

Gleichung 5.13

$$\hat{\mu}_{T_{mm,i}2002} = 100, \quad \hat{\sigma}_{T_{mm,i}2002} \neq 10$$

Die Berechnung verläuft analog für die restlichen Verkehrsträger (sc, st, oev, miv). Es muss noch darauf hingewiesen werden, dass sich die Stichprobe, die für die Berechnung der europäischen Erreichbarkeits-Indizes verwendet wurde, leicht von der Stichprobe, die in den Regressionen verwendet wird, unterscheidet: Sie enthält zusätzlich zu den 202 Regionen, die im Anhang aufgelistet werden, noch Luxemburg. Letzteres wurde aus der Regressionsgleichung ausgeschlossen, da es eine sehr grosse Einpendlerquote hat, welche das BIP pro Kopf massiv nach oben verzerrt, und somit keine funktionale Region darstellt.

5.2.1.3 Stylized Facts

Europa

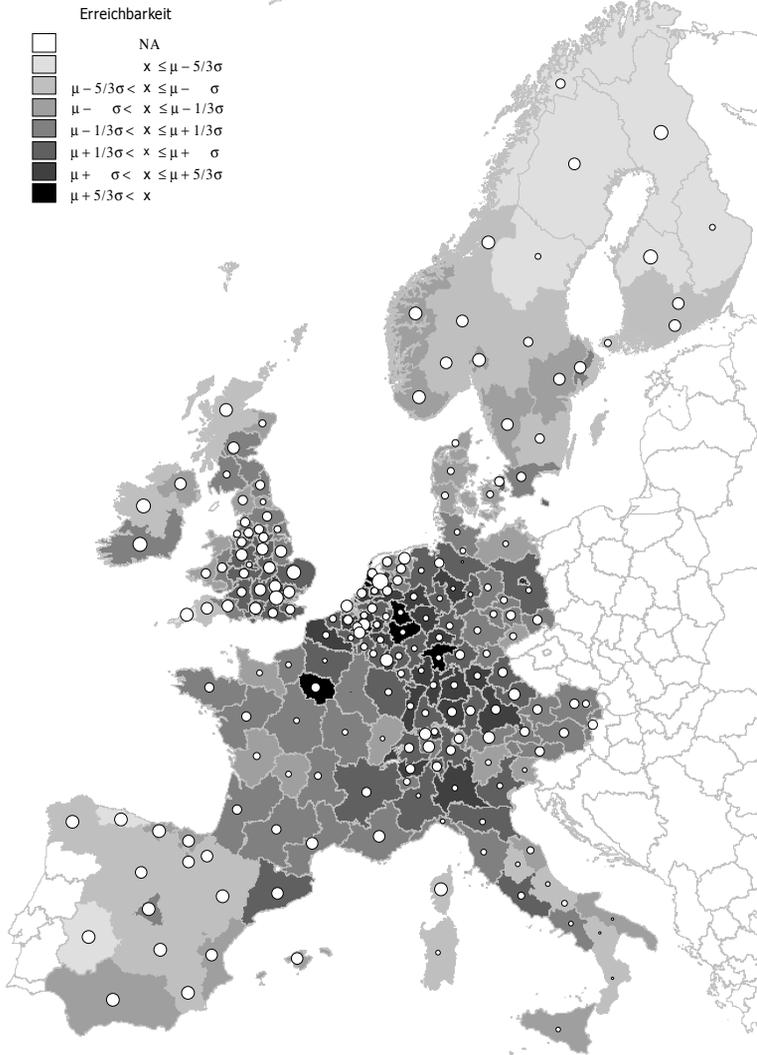
In Abb. 5-4 bis Abb. 5-6 sind die Mittelwerte der Erreichbarkeitsindizes über die Periode 2000-2008 für die Gesamt-Erreichbarkeit (A), die Geographie-Erreichbarkeit (G) und die Transport-Erreichbarkeit (T) bezogen auf den Verkehrsträger multimodal dargestellt. In Abb. 5-5 ist schön ersichtlich, dass das wirtschaftliche Gravitationszentrum Westeuropas im Dreieck «London – Paris – Ruhrgebiet» liegt. Um diesen Kern schwächt sich die Geographie-Erreichbarkeit in Form von konzentrischen Kreisen ab. Regionen, welche in der Nähe des Zentrums liegen, schneiden in der Gesamterreichbarkeit (Abb. 5-4) schon allei-

ne durch ihre geographische Nähe zu diesem Zentrum gut ab. Eher peripher gelegene Regionen sind deutlich schlechter erreichbar. Allerdings stechen Regionen mit einem guten Interkontinentalflughafen (wie z.B. Stockholm oder Madrid) insbesondere in der Transport-Erreichbarkeit (Abb. 5-6) heraus. Stockholm illustriert schön, dass die Erreichbarkeit trotz geographischer Nachteile nicht schlecht sein muss.

Den höchsten Gesamt-Erreichbarkeitsindex (125.6) weist die belgische Region Brabant Flamand (BE24) auf. Sie profitiert einerseits von der Nähe zu Brüssel, liegt aber andererseits näher am Ruhrgebiet als die Hauptstadt und weist daher einen höheren Erreichbarkeitswert als diese auf. Zur Erreichbarkeits-Spitze gehören weiter Düsseldorf (DEA1, 121.2), Köln (DEA2, 118.8), Darmstadt (DE71, 118.2), Bruxelles-Capitale (BE1, 117.7), Île de France (FR1, 117.3) und Noord-Holland (NL32, 117.1). Sie alle haben einen Gesamterreichbarkeits-Wert, der grösser ist als der Mittelwert der Stichprobe (inkl. Luxemburg) plus $\frac{5}{3}$ der Standardabweichung, und sind daher mit der dunkelsten Schattierung eingefärbt. Insgesamt ist zu Abb. 5-4 festzuhalten, dass die westeuropäischen Metropolen gut ersichtlich sind und im Gravitationszentrum einige weniger wichtige Regionen (z.B. Rheinhessen-Pfalz, DEB3) von ihrer geographischen Lage profitieren.

Dies zeigt sich umso besser in Abb. 5-6, in der die Metropolen noch klarer hervortreten. Rheinhessen-Pfalz (DEB3) rutscht beispielsweise vom elften auf den sechzehnten Platz ab und wird von Berlin (DE3), West Midlands (UKG3, Birmingham), Zürich (CH04), Stuttgart (DE11), Brabant Wallon (BE31) und Greater Manchester (UKD3) überholt. Dies ist ein erstes Indiz dafür, dass das von BAKBASEL vorgeschlagene Konzept der Unterteilung von A in G und T zumindest Teile des Einflusses höherer Transportanstrengungen erfassen kann.

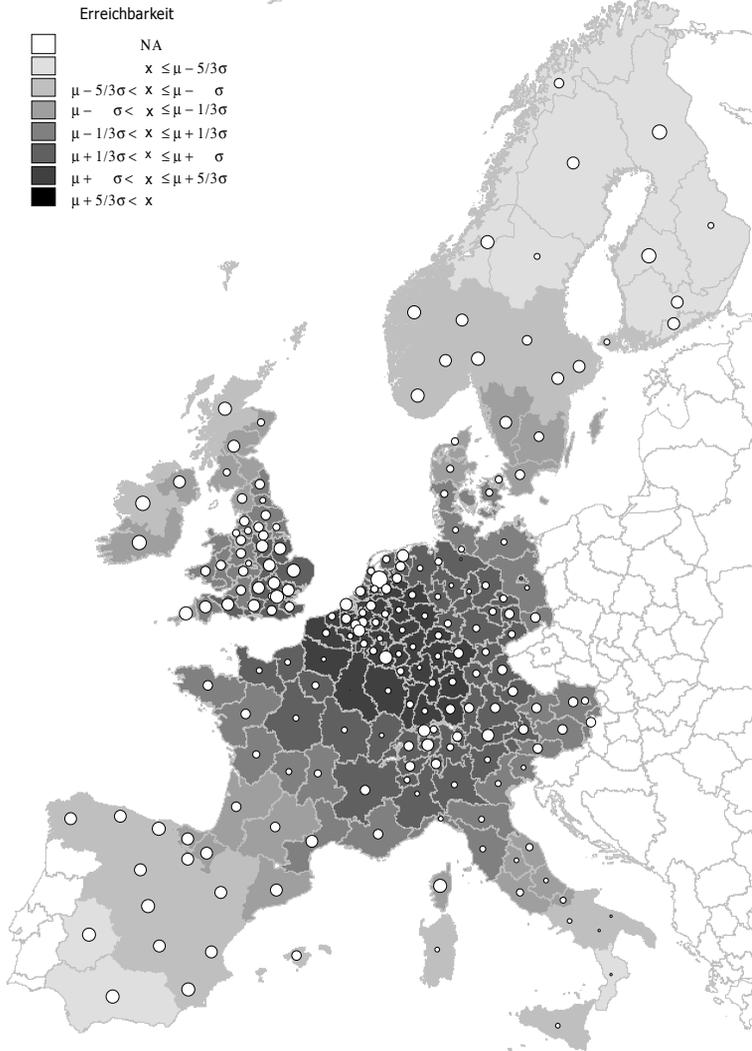
Abb. 5-4 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Multimodal, Europa, 2000-2008



Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
 - Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008
- Quelle: BAKBASEL

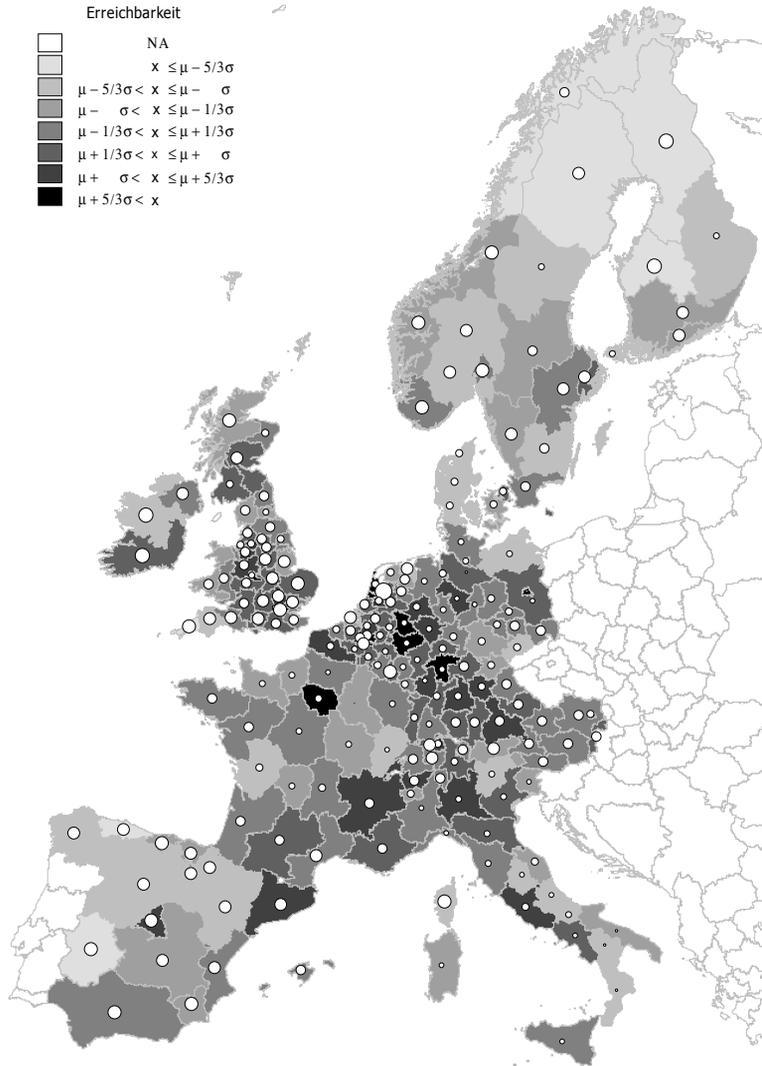
Abb. 5-5 Geographie-Erreichbarkeitsindex: Alle Verkehrsträger, Europa, 2000-2008



Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
 - Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008
- Quelle: BAKBASEL

Abb. 5-6 Transport-Erreichbarkeitsindex: Multimodal, Europa, 2000-2008



Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
 - Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008
- Quelle: BAKBASEL

In Abb. 5-6 bis Abb. 5-9 wird ein erster Blick auf den Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit (nur multimodal) und wirtschaftlicher Prosperität gewagt⁶. Dabei werden im Sinne der drei theoretischen Gleichungen drei Formen des Einflusses der Erreichbarkeit betrachtet:

- Niveau Erreichbarkeit auf Niveau BIP pro Kopf (Niveau)
- Wachstum Erreichbarkeit auf Wachstum BIP pro Kopf (Differenz1)
- Niveau Erreichbarkeit auf Wachstum BIP pro Kopf (Differenz2)

Augenfällig ist, dass sowohl im Niveau als auch in Wachstumsraten ein positiver Zusammenhang zu bestehen scheint, während Erreichbarkeits-Niveau und BIP-pro-Kopf-Wachstum schwach negativ korrelieren. In Tab. 5-5 sind die Korrelationskoeffizienten für die Gesamt-, Geographie- und Transport-Erreichbarkeit dargestellt.

Tab. 5-5 Korrelation: Erreichbarkeit und BIP pro Kopf, multimodal, Europa, 1991-2008

		BIP pro Kopf	
		Niveau	Wachstum
Gesamt-Erreichbarkeit	Niveau	0.43	-0.10
	Wachstum		0.12
Geographie-Erreichbarkeit	Niveau	0.28	-0.09
	Wachstum		
Transport-Erreichbarkeit	Niveau	0.46	-0.09
	Wachstum		0.12

Bemerkung:

- Korrelationskoeffizient nach Pearson
- Niveau Erreichbarkeit: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008
- Niveau BIP pro Kopf: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008, reales BIP
- Wachstum Erreichbarkeit: durchschnittliche jährliche Wachstumsrate 1991-2008
- Wachstum BIP pro Kopf: durchschnittliche jährliche reale Wachstumsrate 1991-2008

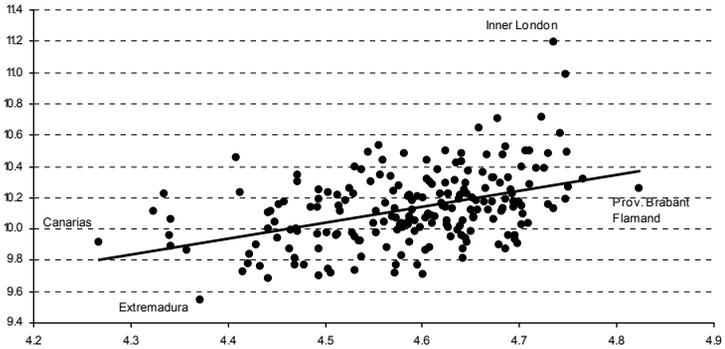
Quelle: BAKBASEL

Interessant ist, dass das Niveau der Transport-Erreichbarkeit stärker mit dem BIP-pro-Kopf-Niveau und weniger negativ mit dem BIP-pro-Kopf-Wachstum korreliert als die Gesamt-Erreichbarkeit. Dies muss jedoch nicht zwingend einen natürlichen Grund haben. Es kann auch an der Berechnung der Transport-Erreichbarkeit durch BAKBASEL liegen (Aufteilung 1/3, 2/3). Die Korrelation in den Wachstumsraten konnte bei der Geographie-Erreichbarkeit nicht berechnet, da diese eine Wachstumsrate von null aufweist. Beim Zusammenhang zwischen

⁶ In den Scatterplots wird im Gegensatz zu den Karten die Periode 1991-2008 betrachtet. Dies ist die Periode, die später in den Querschnitts-Regressionen verwendet wird.

Erreichbarkeit und BIP pro Kopf ist zudem die Frage der Kausalität noch ungeklärt: Führt bessere Erreichbarkeit zu einem höheren Wohlstandsniveau oder umgekehrt? Diese Unsicherheit soll in Kapitel 6 mit Hilfe des Konzepts der Granger-Kausalität geklärt werden.

Abb. 5-7 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Niveau-Niveau, multimodal, Europa, 1991-2008

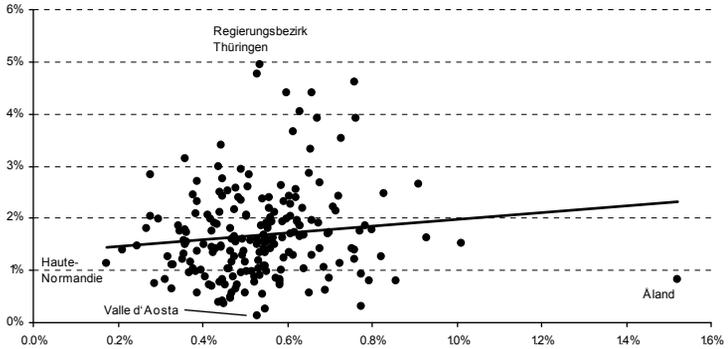


Bemerkung:

- Abszisse: Niveau Erreichbarkeit: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008
- Ordinate: Niveau BIP pro Kopf: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008, real

Quelle: BAKBASEL

Abb. 5-8 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Wachstum-Wachstum, multimodal, Europa, 1991-2008

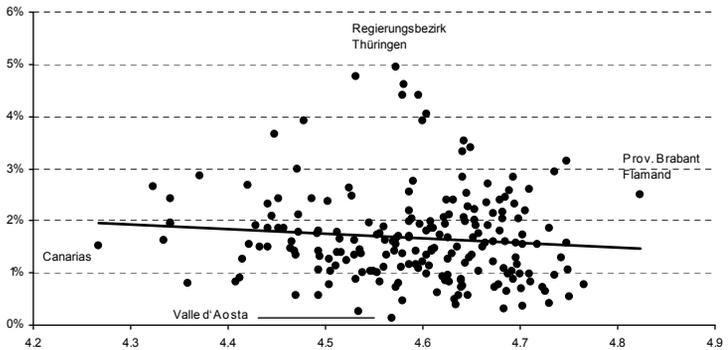


Bemerkung:

- Abszisse: Wachstum Erreichbarkeit: durchschnittliche jährliche Wachstumsrate 1991-2008
- Ordinate: Wachstum BIP pro Kopf: durchschnittliche jährliche reale Wachstumsrate 1991-2008

Quelle: BAKBASEL

Abb. 5-9 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Niveau-Wachstum, multimodal, Europa, 1991-2008



Bemerkung:

- Abszisse: Niveau Erreichbarkeit: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008
- Ordinate: Wachstum BIP pro Kopf: durchschnittliche jährliche reale Wachstumsrate 1991-2008

Quelle: BAKBASEL

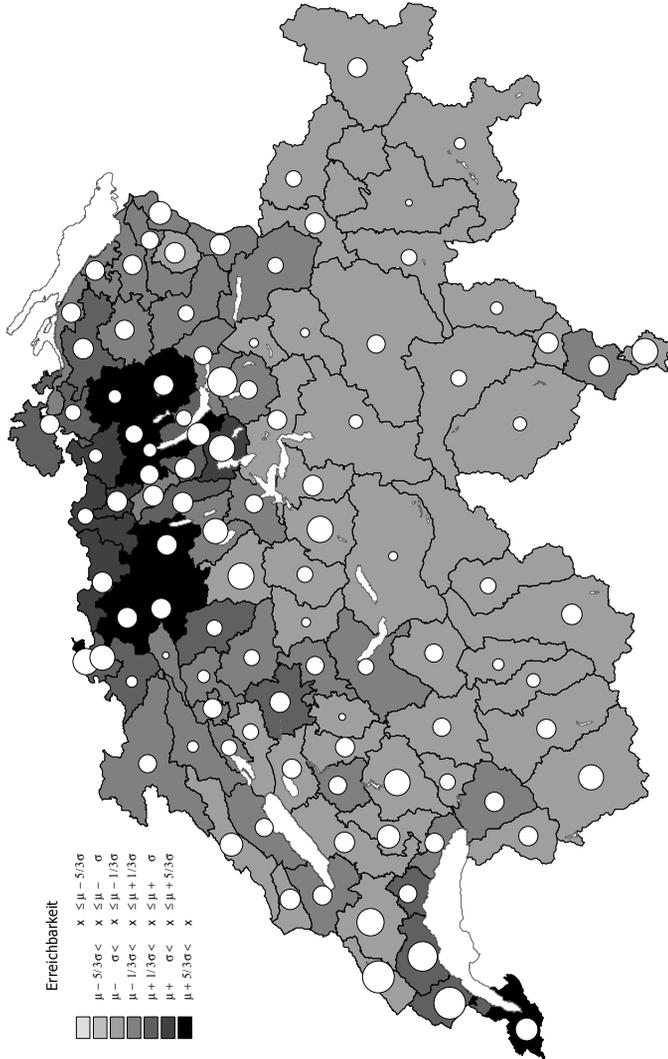
Schweiz

Abb. 5-10 bis Abb. 5-12 entsprechen den drei europäischen Landkarten. Als Verkehrsträger wird in der Schweiz der öffentliche Verkehr gewählt. In Abb. 5-11 ist ersichtlich, dass in der Schweiz das wirtschaftliche Gravitationszentrum im Raum Zürich liegt. Die Geographie-Erreichbarkeit schwächt sich um diesen Kern herum zunächst ebenfalls in konzentrischen Kreisen ab, wie es in Europa der Fall ist. In den peripheren Räumen Basel, Genf und Tessin bilden sich jedoch aufgrund des Eigengewichts, der Nähe zu den ausländischen Gemeinden und des höheren Raumwiderstands eigene Zentren.

Den höchsten Gesamterreichbarkeits-Wert (147.6) weist die MS-Region Zürich auf. Dies ist klar durch das hohe Eigengewicht bedingt. Zur Erreichbarkeits-Spitze gehören weiter Glattal-Furttal (127.7), Basel-Stadt (125.5), Limmattal (123.5), Zürcher Oberland (119.7), Winterthur (118.9), Aarau (118.0), Zimmerberg (117.3) und Olten (117.0). Sie alle haben einen Gesamterreichbarkeits-Wert, der grösser ist als der Mittelwert der Stichprobe plus $\frac{5}{3}$ der Standardabweichung, und sind daher mit der dunkelsten Schattierung eingefärbt. Insgesamt ist zu Abb. 5-10 festzuhalten, dass die wirtschaftlich starken Regionen der Schweiz gut ersichtlich sind und in den Gravitationszentren wie in Europa einige weniger wichtige Regionen (z.B. Zimmerberg) von ihrer geographischen Lage profitieren.

Dies zeigt sich auch in der Schweiz im Transport-Erreichbarkeits-Index in Abb. 5-12. Die infrastrukturell gut erschlossenen Gebiete (Zürich, Basel, Genf, Bern) treten klar in den Vordergrund, die schlechter erschlossenen fallen in den Hintergrund. Zimmerberg fällt vom achten auf den sechzehnten Rang und wird von Genf, Olten, dem Oberen Baselbiet, Lausanne, Brugg-Zurzach, Bern, Nyon und Morges überholt. Wie in Europa ist dies ein Indiz dafür, dass mit der Transport-Erreichbarkeit ein Teil des Einflusses höherer Transportanstrengungen erfasst werden kann.

Abb. 5-10 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Öffentlicher Verkehr, Schweiz, 2000-2008

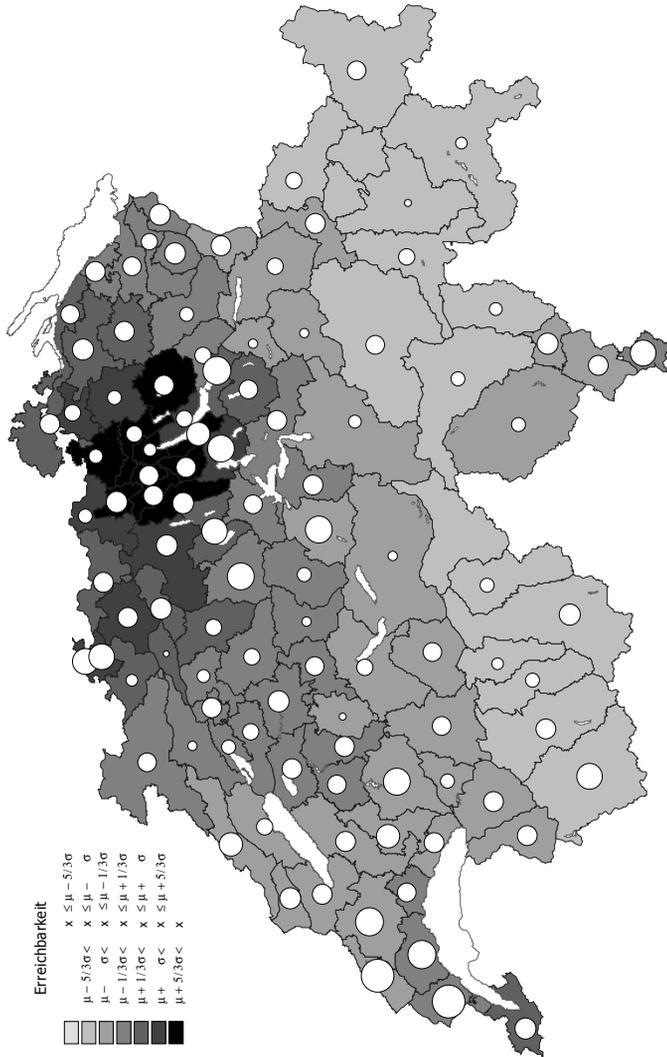


Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008, keine Kreise: negatives BIP-Wachstum

Quelle: BAKBASEL

Abb. 5-11 Geographie-Erreichbarkeitsindex: Alle Verkehrsträger, Schweiz, 2000-2008

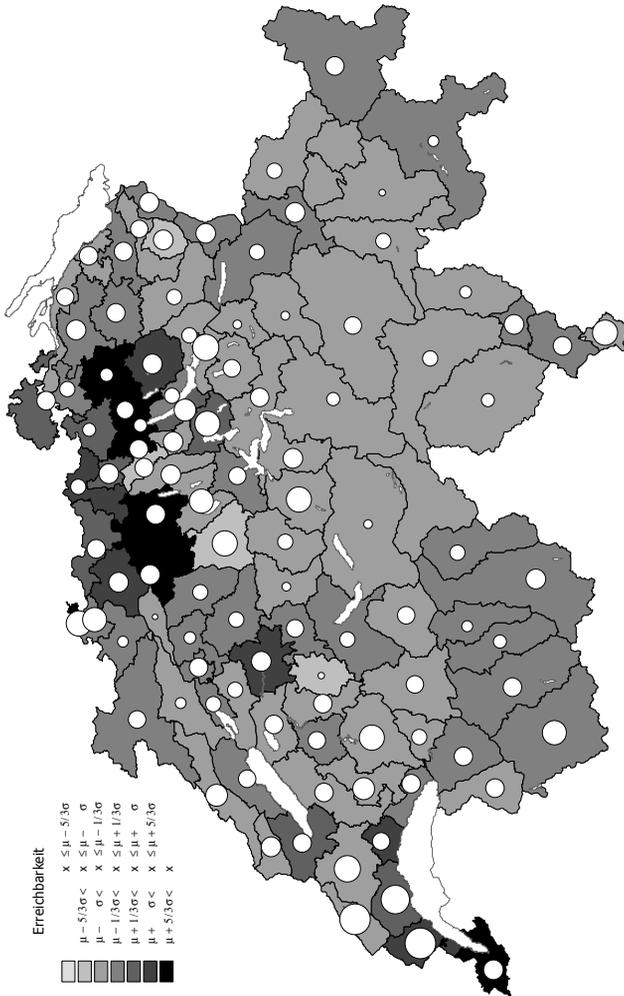


Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008, keine Kreise: negatives BIP-Wachstum

Quelle: BAKBASEL

Abb. 5-12 Transport-Erreichbarkeitsindex: Öffentlicher Verkehr, Schweiz, 2000-2008



Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008, keine Kreise: negatives BIP-Wachstum

Quelle: BAKBASEL

In Abb. 5-13 bis Abb. 5-15 wird wiederum der Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit (nur öffentlicher Verkehr) und wirtschaftlicher Prosperität, anhand von Streudiagrammen untersucht⁷. Im Gegensatz zu Europa ist in der kleinräumigen Betrachtung der Schweizer Stichprobe ein positiver Zusammenhang in allen drei Spezifikationen feststellbar. In Tab. 5-6 sind die Korrelationskoeffizienten der Schweizer Stichprobe dargestellt.

Tab. 5-6 Korrelation: Erreichbarkeit und BIP pro Kopf, öffentlicher Verkehr, Schweiz, 1991-2008

		BIP pro Kopf	
		Niveau	Wachstum
Gesamt-Erreichbarkeit	Niveau	0.49	0.39
	Wachstum		0.32
Geographie-Erreichbarkeit	Niveau	0.20	0.39
	Wachstum		
Transport-Erreichbarkeit	Niveau	0.63	0.27
	Wachstum		0.31

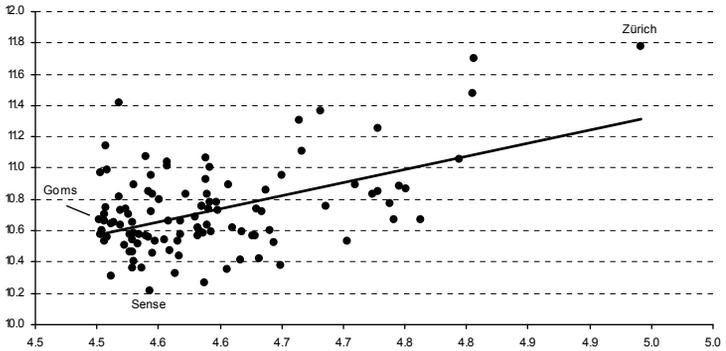
Bemerkung:

- Korrelationskoeffizient nach Pearson
 - Niveau Erreichbarkeit: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008
 - Niveau BIP pro Kopf: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008, reales BIP
 - Wachstum Erreichbarkeit: durchschnittliche jährliche Wachstumsrate 1991-2008
 - Wachstum BIP pro Kopf: durchschnittliche jährliche reale Wachstumsrate 1991-2008
- Quelle: BAKBASEL

Wie in Europa korreliert die Transport-Erreichbarkeit stärker mit dem BIP pro Kopf als die Gesamterreichbarkeit in der Spezifikation Niveau-Niveau. In den Spezifikationen Wachstum-Wachstum und Niveau-Wachstum sind die Korrelationskoeffizienten der Transport-Erreichbarkeit jedoch geringer als diejenigen der Gesamterreichbarkeit.

⁷ In den Scatterplots wird im Gegensatz zu den Karten die Periode 1991-2008 betrachtet. Dies ist die Periode, die später in den Querschnitts-Regressionen verwendet wird.

Abb. 5-13 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Niveau-Niveau, öffentlicher Verkehr, Schweiz, 1991-2008

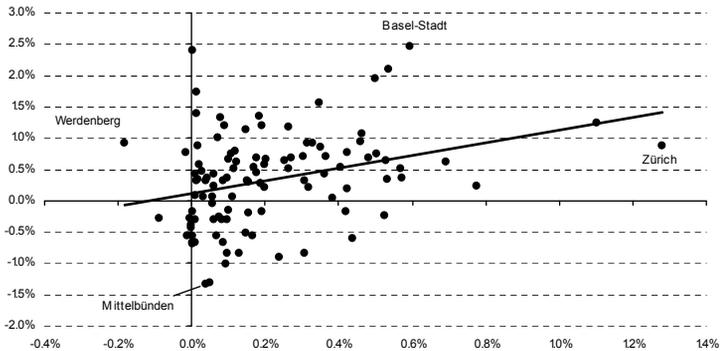


Bemerkung:

- Abszisse: Niveau Erreichbarkeit: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008
- Ordinate: Niveau BIP pro Kopf: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008, real

Quelle: BAKBASEL

Abb. 5-14 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Wachstum-Wachstum, öffentlicher Verkehr, Schweiz, 1991-2008

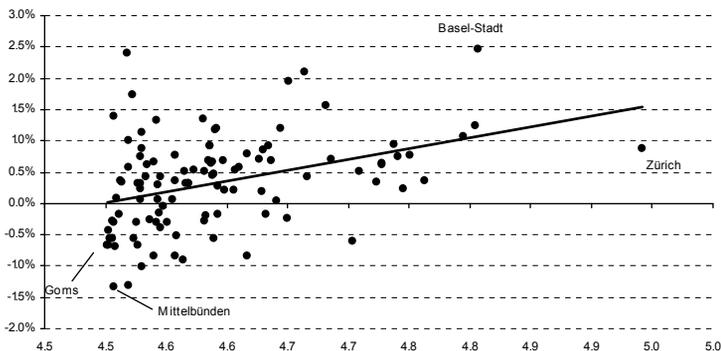


Bemerkung:

- Abszisse: Wachstum Erreichbarkeit: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008
- Ordinate: Wachstum BIP pro Kopf: durchschnittliche jährliche reale Wachstumsrate 1991-2008

Quelle: BAKBASEL

Abb. 5-15 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Streudiagramm Niveau-Wachstum, öffentlicher Verkehr, Schweiz, 1991-2008



Bemerkung:

- Abszisse: Niveau Erreichbarkeit: natürlicher Logarithmus des Mittelwertes 1991-2008
- Ordinate: Wachstum BIP pro Kopf: durchschnittliche jährliche reale Wachstumsrate 1991-2008

Quelle: BAKBASEL

Die Landkarten für die übrigen Verkehrsträger und Erreichbarkeitsindizes sind im Anhang zu finden.

5.2.1.4 Vorzeichenhypothese

Aufgrund der Argumentation in Kapitel 4 werden für die Regressionskoeffizienten der Erreichbarkeits-Variablen in allen drei Spezifikationen (Niveau, Differenz1 und Differenz2) positive Vorzeichen erwartet (vgl. Tab. 4-3 und Tab. 4-4).

5.2.2 Übrige Standortfaktoren

5.2.2.1 Regulierung

5.2.2.1.1 Transmissionsmechanismus

Einerseits korrigiert Regulierung Marktversagen und entschädigt für Externalitäten. Andererseits ist Regulierung kostspielig: Es gibt sowohl direkte Kosten, die für die Verwaltung und Kontrolle anfallen, als auch indirekte Kosten. Diese entstehen, wenn ein zu hohes Mass an Regulierung zu falschen Anreizen und damit letztlich zu Wohlfahrtsverlusten führt. Das optimale Niveau an Regulierung

kann nicht theoretisch bestimmt werden, sondern kann nur durch empirische Studien zumindest teilweise ermittelt werden. Staatliche Regulierung entfaltet seine Wirkung über zahlreiche Transmissionskanäle des ökonomischen Systems, und die Beziehungen zwischen Regulierung und wirtschaftlicher Prosperität sind nicht trivial.

5.2.2.1.2 Messung

In unserem Forschungsplan macht Regulierung nur in der europäischen Stichprobe Sinn, da sie zumeist auf nationaler Ebene bestimmt wird. In der europäischen Regressionsgleichung wird folgender Indikator verwendet:

- Europa: Index für Produktmarkt-Regulierung (BAKBASEL/IBP-Datenbank, OECD, Fraser Institute)

Der Index ist zwischen 0 (keine Regulierung) und 6 (sehr restriktive Regulierung) skaliert. Er basiert auf verschiedenen sekundären Datenquellen. Zentraler Datenbaustein ist der Produktmarkt-Regulierungsindikator der OECD, welcher für die Jahre 1998, 2003 und 2008 zur Verfügung steht. Er ist ein Sammelindikator, welcher auf umfassenden Umfragen zu einer Vielzahl von Regulierungsaspekten in den nationalen öffentlichen Verwaltungen basiert. Er beinhaltet Aspekte wie beispielsweise Marktzugang, Preissetzung, tarifäre und nicht-tarifäre Handelsbarrieren, administrative Hemmnisse, etc.

BAKBASEL schätzt ausgehend von diesen Daten Zeitreihen (1990-2008). Hierbei werden zusätzliche Informationen der OECD zur Entwicklung sektorspezifischer Regulierung über die Zeit oder der jährlich vom Fraser Institute publizierte «Index of Economic Freedom» verwendet. Die OECD-Indizes aus den Jahren 1998, 2003 und 2008 dienen hierbei als Ankerwerte. Die Indikatoren des Fraser Institutes werden aus einer Reihe verschiedener Erhebungen (z.B. World Bank, Heritage Foundation) ausgewählt. Der Ansatz, der vom Fraser Institute bei seiner jährlichen Evaluation gewählt wird, ist dem der OECD hinsichtlich der Fragestellungen und Detailliertheit sehr ähnlich und führt in den Ankerjahren zu ähnlichen Ergebnissen. Die Daten unterscheiden sich nur national.

5.2.2.1.3 Vorzeichenhypothese

In dieser Studie wird von der Prämisse ausgegangen, dass das optimale Regulierungsniveau eher tief liegt. Tiefe Werte des Regulierungsindex sollten daher mit höherem BIP-pro-Kopf-Niveau und -Wachstum einhergehen, hohe mit einem niedrigeren BIP-pro-Kopf-Niveau und -Wachstum. Der in der Regression

geschätzte Koeffizient sollte demnach ein negatives Vorzeichen aufweisen (vgl. Tab. 4-3).

5.2.2.2 Besteuerung

5.2.2.2.1 Transmissionsmechanismus

Es gibt verschiedene Wege, über welche das Steuerniveau die regionale wirtschaftliche Entwicklung beeinflusst. Die Besteuerung ist eines der Hauptthemen für Firmen, welche die Attraktivität eines Standortes beurteilen müssen. Eine tiefere Steuerlast zieht neue Firmen an und setzt für die bereits ansässigen Firmen den Anreiz, zu bleiben. Sogar wenn keine Standortentscheidung im Spiel ist, führt eine niedrigere Besteuerung zu einer höheren Wettbewerbsfähigkeit einer Firma, da sie die frei gewordenen Mittel für betriebliche Investitionen nutzen kann.

Dieser Zusammenhang zwischen Besteuerung und wirtschaftlicher Prosperität ist offensichtlich für die direkte Besteuerung von Unternehmen (Unternehmenssteuer). Die Verbindung mit der Besteuerung von natürlichen Personen ist weniger direkt, aber ein ähnlicher Zusammenhang kann aufgestellt werden. Zum ersten verdienen Firmenbesitzer und das Top-Management im Allgemeinen mehr und müssen daher höhere Einkommenssteuern bezahlen. Ihre individuellen Präferenzen können die Standortwahl eines Unternehmens beeinflussen. Zum zweiten beeinflusst die Höhe der Besteuerung auch die Entscheidungen der («gewöhnlichen») Arbeitnehmer eines Unternehmens. Diese fokussieren auf das verfügbare Einkommen, das sich von den Kosten einer Firma unterscheidet. Wenn Angestellte ein gewisses Mass an Verhandlungsmacht haben und zwischen Regionen mobil sind, müssen die Firmen zumindest einen Teil der Steuerrückgang zwischen den Regionen tragen. Andererseits ziehen mobile Arbeitnehmer in Regionen mit niedrigerem Steuerniveau, da ihr verfügbares Einkommen dort höher ist (*ceteris paribus*). Demzufolge können höhere Einkommenssteuern zu höheren Kosten für Firmen führen. Hochqualifizierte Arbeitnehmer sind speziell und zunehmend auch international mobil. Gleichzeitig werden sie immer wichtiger für eine wissensbasierte Volkswirtschaft. Einkommensbesteuerung, und zwar insbesondere die Steuerlast für hochqualifizierte Arbeitnehmer, kann daher für Unternehmen zu einem ähnlichen Kostenfaktor wie die Unternehmensbesteuerung werden.

5.2.2.2.2 Messung

In der Studie werden folgende Indikatoren verwendet:

- Europa: BAK Taxation Index, hoch qualifizierte Arbeitskräfte (BAKBASEL/IBP-Datenbank, ZEW)

Der Index wird berechnet als ein Effektivsteuersatz (effective average tax rate, EATR), basierend auf dem Modell von Elschner und Schwager (2003). Der Effektivsteuersatz ist gleich der Differenz zwischen dem gesamten Arbeitsentgelt und dem verfügbaren Einkommen, dividiert durch das gesamte Arbeitsentgelt. Das gesamte Arbeitsentgelt ist derjenige Betrag, welchen der Arbeitgeber dem hochqualifizierten Arbeitnehmer zahlen muss, um ein bestimmtes verfügbares Einkommen zu garantieren (nach Steuern und Abzügen). Dieses wird auf 100'000 Euro angesetzt, der Arbeitnehmer als ledig betrachtet. Der Index ist damit ein Anteil am Bruttoeinkommen und nimmt Werte zwischen 0 (keine Besteuerung) und 1 (totale Besteuerung) an. Die Steuern beinhalten die erwarteten Zahlungen für die berufliche Altersvorsorge und Sozialversicherungen, wenn sie obligatorisch und angebracht sind.

Die Daten sind als Zeitreihen vorhanden (1990-2008). Für gewisse Länder unterscheiden sie sich nur national.

- Schweiz: BAK Steuerbelastungs-Index (BAKBASEL/Regionaldatenbank, FIVE Informatik)

Der Index ist so skaliert, dass der Mittelwert über die Steuerbelastung aller Gemeinden der Schweiz in jedem Jahr den Wert 100 annimmt. Werte grösser als 100 stehen für eine überdurchschnittliche Steuerlast, Werte kleiner als 100 für eine unterdurchschnittliche Steuerlast. Zentraler Datenbaustein sind die Steuerdaten, die mit der Software TaxWare der Firma FIVE Informatik AG berechnet werden. Daten sind für den Zeitraum 2004-2008 erhältlich.

BAKBASEL schätzt ausgehend von diesen Daten Zeitreihen (1990-2008). Hierbei werden die Wachstumsraten der kantonalen Werte des BAK Taxation Index als Indikatoren verwendet. Es wird angenommen, dass alle MS-Regionen innerhalb eines Kantons mit der Wachstumsrate dieses Kantons wachsen. Die TaxWare-Werte dienen dabei als Ankerpunkte.

5.2.2.2.3 Vorzeichenhypothese

Aufgrund der oben geführten Argumentation wird für die Regressions-Koeffizienten der Besteuerungs-Variablen ein negatives Vorzeichen erwartet (vgl. Tab. 4-3 und Tab. 4-4).

5.2.2.3 Innovation

5.2.2.3.1 Transmissionsmechanismus

Innovation führt dazu, dass Produktionsprozesse effizienter und Arbeit und Kapital dadurch produktiver werden. Demnach kann mit derselben Menge an Inputs eine grössere Menge an Output produziert werden, wodurch der wirtschaftliche Wohlstand steigt. Zudem ziehen innovative Regionen Firmen an, da sich diese von den neuen Technologien Wettbewerbsvorteile versprechen. Als Folge entwickeln sich diese Regionen wirtschaftlich stärker.

5.2.2.3.2 Messung

In dieser Studie wird versucht, das breite und komplexe Thema durch den Indikator Humankapital zu erfassen. Es werden folgende Indikatoren verwendet:

- Europa: Anteil der Erwerbsbevölkerung mit einem Hochschulabschluss (BAKBASEL/IBP-Datenbank, Eurostat)

Gemessen wird der Anteil der Erwerbsbevölkerung mit einem Hochschulabschluss, der Indikator nimmt demnach Werte zwischen 0 und 1 an. Die Daten stammen aus dem Labour Force Survey (LFS) von Eurostat. Die LFS Daten sind erhältlich für den Zeitraum 1995 (in den meisten Ländern) bis 2007 auf Ebene NUTS0 (national), NUTS1 und NUTS2 sowie nach Branchen (NACE) und höchstem erreichten Abschluss (ISCED97). Als tertiärer Abschluss werden die ISCED Levels 5 und 6 betrachtet.

BAKBASEL schätzt ausgehend von diesen Daten Zeitreihen (1990-2008). Als Indikator wird die Beschäftigung in spezifischen Branchen verwendet. Zudem werden für die finnischen Regionen die Jahre 1990 und 1991 und für die schwedischen Regionen die Jahre 1990-1994 mittels der Wachstumsrate von vergleichbaren norwegischen Regionen geschätzt.

- Schweiz: Anteil der Erwerbsbevölkerung mit einem Hochschulabschluss (BAKBASEL/Regionaldatenbank, BFS)

Wie in der europäischen Stichprobe nimmt der Indikator Werte zwischen 0 und 1 an. Die Daten beruhen hauptsächlich auf den Daten der Volkszählungen des BFS. Diese sind Vollerhebungen zu den Stichjahren 1980, 1990 und 2000 und klassifizieren ebenfalls nach ISCED97.

BAKBASEL schätzt ausgehend von diesen Daten Zeitreihen (1990-2008). Hierbei werden die Wachstumsraten der kantonalen Werte der tertiären Erwerbstätigenquote als Indikatoren verwendet. Es wird angenommen, dass alle MS-Regionen innerhalb eines Kantons mit der Wachstumsrate dieses Kantons wachsen. Als Ankerpunkte dienen die Daten der Volkszählung.

5.2.2.3.3 Vorzeichenhypothese

Aufgrund der oben geführten Argumentation wird für die Regressions-Koeffizienten der Innovations-Variablen ein positives Vorzeichen erwartet (vgl. Tab. 4-3 und Tab. 4-4).

5.2.3 Übrige Variablen

5.2.3.1 Konjunktur

Im Panelmodell wird ein Konjunkturterm sowohl in den Niveau- als auch den Differenzgleichungen als Rechthandvariable verwendet. Dieser fängt Wachstumseffekte auf, die sich nur durch den «Gleichschritt» mit der wirtschaftlichen Entwicklung der Oberregion ergeben. Im Panel-Jargon kann man diese Variable als zeitlichen Fixed Effect bezeichnen. Das Vorzeichen des Koeffizienten sollte positiv, sein Wert nahe bei eins sein.

Gemessen wird der Konjunkturreffekt mittels des Niveaus oder der Wachstumsrate des BIP pro Kopf von Westeuropa (europäische Stichprobe) oder der Schweiz (Schweizer Stichprobe).

5.2.3.2 Konvergenz

In alle Differenzgleichungen des Querschnittsmodells und einige des Panelmodells wird ein Konvergenzterm als Rechthandvariable eingebaut. Dieser bildet Wachstumseffekte ab, die sich dadurch ergeben, dass der wirtschaftliche Wohlstand von Regionen langfristig konvergiert. Reiche Regionen wachsen demnach schwächer als arme Regionen. Ein überdurchschnittliches Wachstum ärmerer Regionen kann ein Nachholeffekt oder das Ergebnis einer gezielten Förderpolitik sein. Es wird ein negatives Vorzeichen für diese Variable erwartet.

Im Querschnittsmodell wird das Niveau des BIP pro Kopf der Region im Jahr 1990 verwendet. In den Panelmodellen wird jeweils das um eine Periode verzögerte Niveau des BIP pro Kopf einer Region benutzt.

5.2.3.3 Fehlerkorrekturterm

Kann im Panelmodell die Niveaugleichung als Kointegrationsgleichung interpretiert werden, muss in die Differenzgleichungen ein Fehlerkorrekturterm als Rechthandvariable einfließen. Dieser widerspiegelt Wachstumseffekte, die sich dadurch ergeben, dass die kointegrierten Variablen gegen ihren langfristigen Gleichgewichtszustand streben. Ist der Wert der abhängigen Variablen grösser

als der Gleichgewichtswert, verringert der Fehlerkorrekturterm die darauffolgende Wachstumsrate und vice versa. Für den Fehlerkorrekturterm wird ein negatives Vorzeichen erwartet. Der Koeffizient kann als Anteil interpretiert werden, um den die Differenz zwischen aktuellem Wert und Gleichgewichtswert jede Periode verringert wird.

Um den Fehlerkorrekturterm zu messen, wird zunächst die Niveaugleichung geschätzt, die als Kointegrationsgleichung interpretiert wird. Anschliessend wird das Residuum dieser Regression um eine Periode verzögert als Rechthandvariable in die Differenzgleichung eingesetzt.

6 Empirische Ergebnisse

Nachdem in den Kapiteln 3, 4 und 5 alle wichtigen Bestandteile der empirischen Analyse erläutert wurden, werden in diesem Kapitel die Resultate der ökonometrischen Schätzungen vorgestellt. Zunächst werden die Strukturmodelle und anschliessend die Vektorautoregressiven Modelle besprochen. Erstere werden unterteilt in ein Querschnitts- und ein Panelmodell. In letzteren wird insbesondere auf Impuls-Antwort-Funktionen und Granger-Kausalitätstests fokussiert.

Wie in Kapitel 4 dargestellt wurde, werden die empirischen Ergebnisse nach der verwendeten Methodik in Strukturmodelle und Vektorautoregressive Modelle unterteilt. Erstere fokussieren dabei insbesondere auf den statischen Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität. Dieser wird untersucht, indem mehrere Querschnitts-Entitäten zu einem bestimmten Zeitpunkt bezüglich Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität verglichen werden. Man kann diese Modelle demnach als Analyse langfristiger Gleichgewichtsbeziehungen interpretieren.

Vektorautoregressive Modelle beziehen dynamische Anpassungsprozesse zwischen den Gleichgewichtszuständen mit ein. Insbesondere können mit Ihnen gegenseitige Wechselwirkungen modelliert werden, so dass nicht nur die Erreichbarkeit die wirtschaftliche Prosperität beeinflusst, sondern auch umgekehrt.

Die Resultate werden ihrer Priorität in unserem Forschungsplan nach dargestellt. Die Ergebnisse der Strukturmodelle werden als wichtiger erachtet als diejenigen der Vektorautoregressiven Modelle. Innerhalb der Strukturmodelle gilt das grössere Interesse dem Querschnittsmodell, das Panelmodell wird lediglich zur Prüfung der Plausibilität des ersten verwendet. In beiden Strukturmodellen hat die Niveaugleichung gegenüber den beiden Differenzgleichungen Vorrang. Zusammengefasst ergibt sich also folgende Reihenfolge:

- Strukturmodelle
 - Querschnittsmodell
 - Niveau
 - Differenz1
 - Differenz2
 - Panelmodell
 - Niveau
 - Differenz1

- Differenz2
- Vektorautoregressive Modelle

6.1 Strukturmodelle

6.1.1 Querschnittsmodell

6.1.1.1 Gesamterreichbarkeit

In Tab. 6-1 ist ein beispielhafter Regressionsoutput dargestellt. Als Erreichbarkeitsindex wird die Gesamterreichbarkeit bezogen auf den Verkehrsträger multimodal gewählt. Die Resultate stammen aus der europäischen Stichprobe. Die abhängige Variable ist in der Niveaugleichung das durchschnittliche BIP pro Kopf, in den Differenzgleichungen die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des BIP pro Kopf. Beide werden über die Periode 1991-2008 gebildet.

Tab. 6-1 Regressionsoutput: Strukturmodell, Querschnitt, Gesamterreichbarkeit, multimodal, Europa

Koeffizient	Spezifikationen			
	Niveau	Differenz1	Differenz2	
Konstante	-1.22 *	0.06 ***	0.02	
Erreichbarkeit (Niveau)	0.99 ***		0.01 **	
Erreichbarkeit (Wachstum)		0.58 *	0.64 **	
Regulierung (Niveau)	0.04		-0.01	
Regulierung (Wachstum)		0.02	-0.11	
Besteuerung (Niveau)	0.01		-0.0004	
Besteuerung (Wachstum)		-0.30 *	-0.18	
Innovation (Niveau)	0.07		0.01 ***	
Innovation (Wachstum)		-0.10 **	-0.01	
Konvergenz (Niveau)		-0.02 ***	-0.02 ***	
R ²	0.19 ***	0.38 ***	0.50 ***	

Bemerkungen:

- Abh. Variable Niveau: durchschnittliches reales BIP pro Kopf (durchschnittliches reales BIP/durchschnittliche Bevölkerung)
- Abh. Variable Differenzen: durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des realen BIP pro Kopf
- Alle Niveauewerte sind logarithmiert, die Wachstumsraten sind stetig.
- 202 Beobachtungen
- *** ** * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%

Quelle: BAKBASEL

In der Niveaugleichung beträgt der Koeffizient des Erreichbarkeitsniveaus rund 1 und ist hochsignifikant. Erreichbarkeit hat demnach im langfristigen Gleichgewicht einen signifikant positiven Einfluss auf den wirtschaftlichen Wohlstand einer Region. Regulierung und Besteuerung zeigen nicht das erwartete Vorzeichen, jedoch sind die Koeffizienten nicht signifikant von null verschieden. Innovation hat zwar ein positives Vorzeichen, ist jedoch auch nicht signifikant von null verschieden. Der Wert des Bestimmtheitsmasses, der den Anteil der durch das lineare Modell erklärten Varianz der abhängigen Variablen angibt, ist mit 0.19 eher tief.

Der Koeffizient des Erreichbarkeitswachstums in der ersten Differenzgleichung ist ebenfalls positiv und signifikant. Allerdings ist er mit rund 0.6 kleiner als derjenige der Erreichbarkeitsniveaus und nur noch zum 10%-Niveau signifikant. Nichtsdestotrotz kann man davon ausgehen, dass das Wachstum der Erreichbarkeit einen positiven Einfluss auf dasjenige des wirtschaftlichen Wohlstands in einem langfristigen Wachstumsprozess ausübt. Die Koeffizienten der Besteuerung und der Konvergenz zeigen ebenfalls das erwartete Vorzeichen und sind signifikant von null verschieden. Regulierung und Innovation haben beide das «falsche» Vorzeichen, ersteres ist jedoch nicht signifikant, während letzteres signifikant von null verschieden ist. Der Wert des Bestimmtheitsmasses ist mit 0.38 ebenfalls eher tief.

In der zweiten Differenzgleichung ist sowohl der Koeffizient des Erreichbarkeitsniveaus als auch derjenige des –wachstums signifikant von null verschieden, dieses Mal zum 5%-Niveau. Es scheint demnach, als ob Erreichbarkeit sowohl im Niveau als auch im Wachstum einen Einfluss auf das Wachstum des wirtschaftlichen Wohlstandes ausübt. Besser erreichbare Regionen weisen demnach ein höheres BIP-pro-Kopf-Wachstum auf als schlechter erreichbare. Alle anderen Regressoren ausser des Innovationswachstums zeigen die erwarteten Vorzeichen, sie sind jedoch mehrheitlich nicht signifikant von Null verschieden. Der Wert des Bestimmtheitsmasses ist mit 0.5 für eine Differenzgleichung ziemlich hoch.

Die Koeffizienten der Niveau- und Differenzgleichungen können relativ gut interpretiert werden. Dazu seien die folgenden Gleichungen in Erinnerung gerufen: Leitet man die Niveaugleichung nach der Zeit ab, erhält man für die «mittlere Region» unter der Annahme, dass alle anderen Regressoren über die Zeit konstant bleiben (*ceteris paribus*):

Gleichung 6.1

$$g\bar{X} = \beta_1 \cdot g\bar{AC}$$

In der Niveaugleichung führt eine einprozentige Verbesserung des Erreichbarkeitsniveaus (im Mittel eine Verbesserung um einen Punkt, respektive 0.1 Standardabweichungen) demnach zu einer rund einprozentigen Verbesserung des BIP-pro-Kopf-Niveaus.

Die erste Differenzgleichung, die geschätzt wurde, sieht dagegen folgendermassen aus (wiederum unter der Annahme, dass alle anderen Regressoren über die Zeit konstant bleiben):

Gleichung 6.2

$$g\bar{X} = \beta_0 + \beta_1 \cdot g\bar{AC}$$

Eine einprozentige Verbesserung des Erreichbarkeitsniveaus führt im BIP pro Kopf unter Vernachlässigung des zeitlichen Trends zu einer Verbesserung um 0.58 Prozent.

Die zweite Differenzgleichung, die geschätzt wurde, hat folgende Form (wiederum *ceteris paribus*):

Gleichung 6.3

$$g\bar{X} = \beta_0 + \beta_1 \cdot g\bar{AC} + \beta_5 \cdot \ln \bar{AC}$$

Vernachlässigt man sowohl den zeitlichen Trend als auch den Niveaueffekt der Erreichbarkeit, führt eine einprozentige Verbesserung des Erreichbarkeitsniveaus zu einer Verbesserung des BIP pro Kopf um 0.64 Prozent. Dieser Effekt wird je nach Erreichbarkeitsniveau, das die Region bereits erreicht hat, noch verstärkt.

Aus diesen Betrachtungen kann folgendes geschlossen werden: Ein Teil des Wachstumseffekts, der in der Niveaugleichung der Erreichbarkeit zugeschrieben wird, könnte auch auf einem zeitlichen Trend ($\beta_0 t$) beruhen. Allerdings zeigt Gleichung 6.2, dass auch unter Berücksichtigung dieses zeitlichen Trends die Erreichbarkeit zwar einen geringeren, aber nach wie vor signifikant positiven Einfluss auf den wirtschaftlichen Wohlstand ausübt. Letztlich zeigt Gleichung 6.3, dass Erreichbarkeit sowohl im Niveau als auch im Wachstum einen Einfluss auf das Wachstum des wirtschaftlichen Wohlstands ausübt.

Diese Schlussfolgerungen beziehen sich primär auf die Resultate für die multimodale Gesamterreichbarkeit in der europäischen Stichprobe. Um die Resultate auf die weiteren Verkehrsträger und die Schweizer Stichprobe zu erweitern, sind in Tab. 6-2 die Koeffizienten aller Gesamterreichbarkeitsindizes dargestellt. Da die Interpretation der Koeffizienten der zweiten Differenzgleichung nicht einfach und deren absoluter Wert für Schlussfolgerungen nicht entscheidend ist,

werden die Werte nicht dargestellt. Es wird jedoch ein Bild ihrer Vorzeichen und deren Signifikanz gezeichnet.

Tab. 6-2 Koeffizienten der Gesamt-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Querschnitt

Stichprobe	Verkehrsträger	Spezifikationen		
		Niveau	Differenz1	Differenz2
Europa	Multimodal	0.99 ***	0.58 *	++/++
	Schiene	0.77 ***	0.68 ***	(-)/(+)
	Strasse	0.63 ***	1.25	(+)/(+)
Schweiz	Öffentlicher Verkehr	1.21 ***	0.88 **	++/(-)
	Motorisierter Individualverkehr	0.41	1.37	+++/(+)

Bemerkungen:

- Abh. Variable Niveau: durchschnittliches reales BIP pro Kopf (durchschnittliches reales BIP/durchschnittliche Bevölkerung)
 - Abh. Variable Differenzen: durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des realen BIP pro Kopf
 - Alle Niveauewerte sind logarithmiert, die Wachstumsraten sind stetig.
 - Europa: 202 Beobachtungen, Schweiz: 106 Beobachtungen
 - ***, **, * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.
 - +++, ++, +, (+) bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10% oder keine Signifikanz für positive Vorzeichen, negative Vorzeichen analog. Zuerst Niveau, dann Koeffizient.
- Quelle: BAKBASEL

Zunächst zeigt sich, dass in den Niveaugleichungen die Koeffizienten des Erreichbarkeitsniveaus fast ausnahmslos positiv und signifikant beim 1%-Niveau sind. Lediglich der Koeffizient des motorisierten Individualverkehrs in der Schweiz ist nicht signifikant von null verschieden, aber dennoch positiv. Es lässt sich also generalisieren: Erreichbarkeit hat in einem langfristigen Gleichgewicht sowohl über verschiedene Verkehrsträger als auch verschiedene Regionentypen (funktional/nicht funktional) betrachtet einen positiven Einfluss auf den wirtschaftlichen Wohlstand einer Region.

Die erste Differenzgleichung zeigt ein sehr ähnliches Bild. Der signifikant positive Einfluss des Erreichbarkeitswachstums auf das BIP-pro-Kopf-Wachstum wird von zwei Verkehrsträgern bestätigt. Lediglich die Strassen-Verkehrsträger weisen nicht-signifikante, aber dennoch positive, Koeffizienten auf. Es wird auch bestätigt, dass die Differenz-Koeffizienten tendenziell kleiner sind als die Niveau-Koeffizienten. Einzig die Strassen-Verkehrsträger widersprechen hier erneut. Insgesamt lässt sich jedoch folgende Schlussfolgerung ziehen: Erreichbarkeit hat auch in einem langfristigen Wachstumsprozess unter Berücksichtigung von zeitlichen Trends und Konvergenzbewegungen mehrheitlich einen positiven Einfluss auf den wirtschaftlichen Wohlstand einer Region.

Die Resultate der zweiten Differenzgleichung sind weniger eindeutig. Zwar überwiegen die positiven Vorzeichen, doch deren Verteilung auf Niveau und Wachstum ist gemischt. Sowohl positiv im Niveau als auch im Wachstum wirkt Erreichbarkeit lediglich beim multimodalen und den Strassen-Verkehrsträgern. Allerdings sind die Koeffizienten nur beim multimodalen Verkehrsträger beide signifikant. Bei den Schienen-Verkehrsträgern⁸ ist die Wirkung der Erreichbarkeit gemischt. Insgesamt lässt sich jedoch festhalten, dass die Evidenz in Richtung eines grösseren Einflusses des Niveaus geht. Die Niveau-Koeffizienten sind in drei von fünf Fällen signifikant positiv, während es die Wachstums-Koeffizienten nur in einem Fall sind. Es ist also zu erwarten, dass im langfristigen Gleichgewicht nicht bloss das durchschnittliche Niveau der Erreichbarkeit den wirtschaftlichen Wohlstand einer Region beeinflusst, sondern auch die bis anhin «angehäufte» Erreichbarkeit.

In Tab. 6-2 ist ebenfalls erkennbar, dass in der Niveaugleichung sowohl in Europa als auch der Schweiz die schienenlastige Erreichbarkeit (Schiene, öffentlicher Verkehr) einen stärkeren Einfluss hat als die strassenlastige Erreichbarkeit (Strasse, motorisierter Individualverkehr). In den Differenzgleichungen scheint es genau umgekehrt zu sein, allerdings muss diese Beobachtung mit Vorsicht genossen werden. In der ersten Differenzgleichung sind die Schienen-Koeffizienten zwar kleiner, aber signifikant von null verschieden. Die Strassen-Koeffizienten sind grösser, aber nicht signifikant von null verschieden.

Abschliessend kann für die Gesamterreichbarkeit folgende Schlussfolgerung gezogen werden: Erreichbarkeit ist wichtig für die regionale Entwicklung. Eine bessere Erreichbarkeit fördert die regionale Wirtschaft. Auch wenn die Koeffizienten in den verschiedenen geschätzten Gleichungen zum Teil deutlich voneinander abweichen, steht das positive Vorzeichen des Einflusses ausser Frage. Folglich haben Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur, soweit sie zu einer Reduktion der Reisezeiten führen, einen positiven Wachstumseffekt.

6.1.1.2 Transport- und Geographie-Erreichbarkeit

Wie in Kapitel 5 beschrieben wurde, kann die Gesamterreichbarkeit unterteilt werden in:

- die Geographie-Erreichbarkeit, welche die geographische Lage einer Region misst und
- die Transport-Erreichbarkeit, welche die Transportanstrengungen (Verkehrsinfrastruktur, -dienstleistungen) der Region misst.

⁸ Der öffentliche Verkehr in der Schweizer Stichprobe besteht zum grössten Teil aus Bahnbetrieben.

Die Resultate in Tab. 6-3 geben Aufschluss darüber, welcher Teil der Gesamterreichbarkeit den entscheidenden Einfluss auf den wirtschaftlichen Wohlstand ausübt. Das Wachstum der Geographie-Erreichbarkeit wird nicht in die Regression mit einbezogen, da es den Wert null annimmt.

Tab. 6-3 Koeffizienten der Transport- und Geographie-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Querschnitt

Stichprobe	Verkehrsträger		Spezifikationen		
			Niveau	Differenz1	Differenz2
Europa	Multimodal	Transport	1.07 ***	0.39 *	(+)/++
		Geographie	0.01		(+)
	Schiene	Transport	0.58 **	0.43 ***	--/(+)
		Geographie	0.23 ***		(+)
	Strasse	Transport	0.12	0.78	(-)/(-)
		Geographie	0.28 ***		++
Schweiz	Öffentlicher Verkehr	Transport	2.30 ***	0.53 **	(+)/--
		Geographie	-0.23		+++
	Motorisierter Individualverkehr	Transport	1.31 *	0.94	(+)/(+)
		Geographie	-0.53		(+)

Bemerkungen:

- Abh. Variable Niveau: durchschnittliches reales BIP pro Kopf (durchschnittliches reales BIP/durchschnittliche Bevölkerung)
 - Abh. Variable Differenzen: durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des realen BIP pro Kopf
 - Alle Niveauwerte sind logarithmiert, die Wachstumsraten sind stetig.
 - Europa: 202 Beobachtungen, Schweiz: 106 Beobachtungen
 - ***, ** * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.
 - +++, ++, +, (+) bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10% oder keine Signifikanz für positive Vorzeichen, negative Vorzeichen analog. Zuerst Niveau, dann Wachstumskoeffizient.
- Quelle: BAKBASEL

Die in Tab. 6-3 dargestellten Koeffizienten der Niveaugleichung leuchten intuitiv ein: In der europäischen Stichprobe sind bezüglich multimodaler Erreichbarkeit die Transportanstrengungen am wichtigsten. Das macht Sinn, da die multimodale Erreichbarkeit aufgrund des Luftverkehrs am wenigsten durch die geographische Lage limitiert wird. Auch peripher gelegene Städte wie Madrid, Dublin oder Stockholm können eine gute multimodale Erreichbarkeit erlangen. Die schienenlastigen Verkehrsträger wiederum sind sowohl in der europäischen als auch der Schweizer Stichprobe weniger abhängig von der geographischen Lage als die strassenlastigen. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass wegen staatlicher Förderung der Eisenbahn auch abgelegene Orte über relativ gute Bahn-

verbindungen verfügen. Zudem ist der Bahnverkehr heute bereits an vielen Orten schneller als der Strassenverkehr.

Interessant ist zudem, dass sich in der europäischen Stichprobe die Signifikanz von der Transport-Erreichbarkeit zur Geographie-Erreichbarkeit verschiebt: Bezüglich multimodaler Erreichbarkeit ist nur der Koeffizient der Transportanstrengungen signifikant von null verschieden, bezüglich Schienen-Erreichbarkeit beide und bezüglich Strassen-Erreichbarkeit nur noch derjenige der geographischen Lage. In der Schweizer Stichprobe ist sowohl bezüglich des öffentlichen als auch des motorisierten Individualverkehrs nur der Koeffizient der Transportanstrengungen signifikant von null verschieden.

In der ersten Differenzgleichung zeigen sich für das Wachstum der Transport-Erreichbarkeit sehr ähnliche Resultate wie für dasjenige der Gesamterreichbarkeit: Die Koeffizienten der Wachstumsraten sind tendenziell kleiner als diejenigen der Niveauwerte, einzig bei der europäischen Strassen-Erreichbarkeit ist dies nicht der Fall. Wiederum sind nur die Koeffizienten der multimodalen und der schienenlastigen Erreichbarkeitsindizes signifikant von null verschieden.

In der zweiten Differenzgleichung zeigt sich, dass die Signifikanz der Transport-Erreichbarkeit tendenziell schwächer ist als diejenige der Gesamterreichbarkeit. Die Vorzeichen sind jedoch bei allen Verkehrsträgern ausser der Strasse dieselben. Das Niveau der Geographie-Erreichbarkeit hat bezüglich aller Verkehrsträger ein positives Vorzeichen.

Abschliessend können für die Transport- und Geographie-Erreichbarkeit folgende Schlüsse gezogen werden: Unterteilt man die Gesamterreichbarkeit in die geographische Lage und die Transportanstrengungen, welche zu einem grossen Teil auf Verkehrsinfrastrukturen beruhen, so erweisen sich letztere als wichtiger als die als exogen zu betrachtende geographische Lage. Das bedeutet letztlich, dass der Nachteil der Peripheralität durch eine gute Verkehrsanbindung sowohl in Westeuropa (ausser bei den Strassen) als auch der Schweiz wettgemacht werden kann.

6.1.2 Panelmodell

Wie im Programmablaufplan in Abb. 4-1 dargestellt wurde, ist im Panelmodell die statistische Inferenz gefährdet, wenn man gewisse Eigenschaften der stochastischen Prozesse nicht berücksichtigt. Bevor wir mit der Interpretation der Resultate der Panelregressionen beginnen, werden deshalb zunächst statistische Tests durchgeführt, um abzuklären, welche Schlussfolgerungen wir aus den Panelregressionen ziehen können. Dazu müssen folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Variablen sind nicht stationär? → Einheitswurzel-Tests
- Sind die ersten Differenzen der nicht-stationären Variablen nicht stationär?
→ Einheitswurzel-Tests
- Besteht zwischen mehreren nicht-stationären Variablen eine langfristige Kointegrationsbeziehung? → Kointegrations-Tests

Zu den nachfolgenden Erläuterungen muss erwähnt werden, dass die Unterteilung der Gesamterreichbarkeit in die geographische Lage und Transportanstrengungen im Panelmodell nicht vorgenommen wird. Die Fixed Effects, die in den Regressionen verwendet werden, fangen den Effekt der Geographie-Erreichbarkeit auf, so dass durch die Verwendung der Transport-Erreichbarkeit als Regressor keine zusätzliche Information gewonnen werden kann. Wird in den nachfolgenden Erläuterungen also von Erreichbarkeit gesprochen, ist immer die Gesamterreichbarkeit gemeint.

6.1.2.1 Einheitswurzel-Tests

Sind die abhängige und mehrere unabhängige Variablen nicht stationär, das heisst haben sie eine Einheitswurzel, so ist die statistische Inferenz gefährdet: Allein die Tatsache, dass beiden Zeitreihen ein zeitlicher Trend zugrunde liegt, kann dazu führen, dass man eine Scheinkorrelation zwischen den Variablen feststellt (spurious regression). Bevor eine Regression durchgeführt wird, muss deshalb getestet werden, welche Zeitreihen nicht stationär sind. In Tab. 6-4 und Tab. 6-5 werden die Resultate von zwei Einheitswurzel-Tests dargestellt:

- Der Test nach Levin, Lin und Chu (2002, LLC) betrachtet die Querschnitts-Entitäten als homogen und unterstellt deshalb allen dieselben autoregressiven Koeffizienten in den Testgleichungen. Die Nullhypothese (H_0) lautet: Alle Querschnittszeitreihen haben dieselbe Einheitswurzel.
- Der Test nach Im, Pesaran und Shin (2003, IPS) erachtet die verschiedenen Querschnitts-Entitäten als heterogen und erlaubt deshalb unterschiedliche autoregressive Koeffizienten in den Testgleichungen. Die Nullhypothese (H_0) lautet: Alle Querschnittszeitreihen haben eine (aber nicht unbedingt dieselbe) Einheitswurzel.

Die zwei Einheitswurzel-Tests werden zudem in unterschiedlichen Spezifikationen getestet. Diese unterscheiden sich dadurch, welche deterministischen Komponenten den ADF-Gleichungen unterstellt werden:

- Mit querschnittsspezifischer Konstante und querschnittsspezifischem Trend
- Mit querschnittsspezifischer Konstante
- Ohne deterministische Komponenten

Mit Hilfe der Sterne wird das Signifikanz-Niveau dargestellt, zu dem die Nullhypothese abgelehnt werden kann.

Tab. 6-4 Einheitswurzel-Tests: Europa

	Konstante und Trend		Konstante		Ohne
	LLC	IPS	LLC	IPS	LLC
BIP pro Kopf (Niveau)	***	***	***		
BIP pro Kopf (Wachstum)	***	***	***	***	***
Erreichbarkeit multimodal (Niveau)					
Erreichbarkeit multimodal (Wachstum)		***		***	***
Erreichbarkeit Schiene (Niveau)					
Erreichbarkeit Schiene (Wachstum)		***		***	***
Erreichbarkeit Strasse (Niveau)	***				
Erreichbarkeit Strasse (Wachstum)					
Regulierung (Niveau)	***	***	***	*	***
Regulierung (Wachstum)	***	***	***	***	***
Besteuerung (Niveau)	***	***			
Besteuerung (Wachstum)	***	***	***	***	***
Innovation (Niveau)	***	***			***
Innovation (Wachstum)	***	***	***	***	***
BIP pro Kopf Westeuropa (Niveau)					
BIP pro Kopf Westeuropa (Wachstum)	***	***	***	***	***

Bemerkung:

- LLC: H_0 : Alle Querschnittszeitreihen haben dieselbe Einheitswurzel.
- IPS: H_0 : Alle Querschnittszeitreihen haben eine (aber nicht unbedingt dieselbe) Einheitswurzel.
- ***, **, * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.

Quelle: BAKBASEL

Da die asymptotischen Eigenschaften des LLC-Test darauf basieren, dass die Zeit (t) bei gegebener Anzahl Querschnitte (n) gegen unendlich geht, ist für

unsere Stichproben ($n > t$) der IPS-Test besser geeignet. Der IPS-Test mit individuenspezifischer Konstante ergibt in der europäischen Stichprobe relativ eindeutige Ergebnisse: In den meisten Fällen hat das logarithmierte Niveau eine Einheitswurzel, die erste Differenz (die stetige Wachstumsrate des nicht-logarithmierten Niveaus) jedoch keine. Die meisten Variablen sind demnach integriert der Ordnung eins ($I(1)$). Die Ausnahmen bilden die folgenden Variablen.

- Erreichbarkeit Strasse (Wachstum) hat eine Einheitswurzel. Erreichbarkeit Strasse (Niveau) ist also nicht $I(1)$.
- Regulierung (Niveau) hat keine Einheitswurzel (zumindest bis zu einem Signifikanzniveau von 10%) und dürfte folglich stationär sein ($I(0)$).

Die Resultate sind zwar insgesamt nicht eindeutig, aber eine starke Tendenz geht in die Richtung, dass die logarithmierten Niveaus eine Einheitswurzel haben, deren Differenzen jedoch stationär sind.

Die Resultate des IPS-Test mit individuenspezifischer Konstante sehen in der schweizerischen Stichprobe relativ ähnlich aus (vgl. Tab. 6-5). Augenfällig sind lediglich die Resultate für die Erreichbarkeits-Indizes:

- Weder das Niveau noch die Wachstumsrate der ÖV-Erreichbarkeit sind stationär.
- Das Niveau der MIV-Erreichbarkeit ist stationär, während die Wachstumsrate eine Einheitswurzel hat.

Die Interpretation der stochastischen Eigenschaften der Erreichbarkeits-Indizes muss jedoch wie gesagt mit Vorsicht genossen werden, da die Zeitreihen durch lineare Interpolation zwischen Beobachtungspunkten berechnet wurden und dadurch per Definition in gewissen Teilen der Zeitreihe einen Trend aufweisen. Gleichzeitig gibt es in einigen Zeitreihen auch Strukturbrüche. Anhand rein theoretischer Überlegungen kann davon ausgegangen werden, dass das Niveau der Erreichbarkeit über die Zeit steigt und daher nicht stationär ist. Die erste Differenz der Erreichbarkeit dürfte jedoch wie die Wachstumsraten vieler ökonomischer Variablen eine «mean-reverting-Eigenschaft» aufweisen und daher stationär sein.

Tab. 6-5 Einheitswurzel-Tests: Schweiz

	Konstante und Trend		Konstante		Ohne
	LLC	IPS	LLC	IPS	LLC
BIP pro Kopf (Niveau)	***				
BIP pro Kopf (Wachstum)	***	***	***	***	***
Erreichbarkeit ÖV (Niveau)			*		
Erreichbarkeit ÖV (Wachstum)					***
Erreichbarkeit MIV (Niveau)			***	***	**
Erreichbarkeit MIV (Wachstum)	***				***
Besteuerung (Niveau)	**	***	***	***	***
Besteuerung (Wachstum)	***	***	***	***	***
Innovation (Niveau)					***
Innovation (Wachstum)	***	***	***	***	***
BIP pro Kopf Schweiz (Niveau)	***	***			***
BIP pro Kopf Schweiz (Wachstum)	*	***	***	***	***

Bemerkung:

- LLC: H_0 : Alle Querschnittszeitreihen haben dieselbe Einheitswurzel.
- IPS: H_0 : Alle Querschnittszeitreihen haben eine (aber nicht unbedingt dieselbe) Einheitswurzel.
- ***, ** * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.

Quelle: BAKBASEL

Nach den Resultaten in Tab. 6-4 und Tab. 6-5 zu urteilen, kann insgesamt davon ausgegangen werden, dass die logarithmierten Niveaus aller Variablen eine Einheitswurzel aufweisen, während die ersten Differenzen (die Wachstumsraten) stationär sind. Mit dieser Annahme (I(1)) wird im weiteren Verlauf der Studie gerechnet.

6.1.2.2 Kointegrations-Tests

Eine Regression mit nicht-stationären Regressanden und Regressoren kann die statistische Inferenz gefährden und dazu führen, dass Scheinkorrelationen als echte Zusammenhänge interpretiert werden. Dies ist jedoch nicht der Fall, wenn die abhängige Variable mit einer oder mehreren der unabhängigen Vari-

ablen kointegriert ist. Hierbei folgen die kointegrierten Variablen einem gemeinsamen Trend, wodurch die Residuen stationär werden und normale Inferenz wieder zulässig ist, sofern man die Schlüsse als Eigenschaften eines langfristigen Gleichgewichts interpretiert.

Im Folgenden wird getestet, ob die Variablen, die in der Panel-Niveaugleichung verwendet werden, kointegriert sind. Es handelt sich dabei um die folgenden Variablen:

- BIP pro Kopf Niveau (logarithmiert)
- Erreichbarkeit Niveau (logarithmiert), unterschieden nach den Verkehrsträgern multimodal/Schiene/Strasse in der europäischen Stichprobe und öffentlicher Verkehr/motorisierter Individualverkehr in der Schweizer Stichprobe.
- Regulierung Niveau (logarithmiert)
- Besteuerung Niveau (logarithmiert)
- Innovation Niveau (logarithmiert)
- Konjunktur-Term: BIP pro Kopf Niveau Westeuropa (logarithmiert) in der europäischen Stichprobe und BIP pro Kopf Niveau Schweiz (logarithmiert) in der Schweizer Stichprobe

Dazu werden Test-Statistiken von Pedroni (1999, 2004) verwendet. Diese überprüfen die Residuen einer Scheinregression⁹: Sind sie $I(0)$, so sind die Variablen kointegriert. Sind sie $I(1)$, dann sind sie nicht kointegriert. Dieselbe Unterscheidung, die zwischen dem LLC- und dem IPS-Test gemacht wird, schlägt Pedroni (1999) auch für seine Test-Statistiken vor:

- Die Within-Dimension (Panel-Statistiken) betrachtet die Querschnitts-Entitäten als homogen und unterstellt deshalb allen dieselben autoregressiven Koeffizienten in den Testgleichungen. Die Nullhypothese (H_0) lautet: Alle (Residuen-)Querschnittszeitreihen haben dieselbe Einheitswurzel.
- Die Between-Dimension (Gruppen-Statistiken) erachtet die verschiedenen Querschnitts-Entitäten als heterogen und erlaubt deshalb unterschiedliche autoregressive Koeffizienten in den Testgleichungen. Die Nullhypothese (H_0) lautet: Alle (Residuen-)Querschnittszeitreihen haben eine (aber nicht unbedingt dieselbe) Einheitswurzel.

Insgesamt schlägt Pedroni (1999) sieben Test-Statistiken vor: Vier für die Within-Dimension (v , PP- ρ , PP- t , ADF- t) und drei für die Between-Dimension (PP- ρ , PP- t , ADF- t). Die Panel-Statistiken (Within-Dimension) können sowohl in einer gewichteten als auch einer ungewichteten Form berechnet werden. Im Grenzwert haben beide Berechnungsarten dieselbe Verteilungsfunktion. Pedroni

⁹ Pedroni erweitert die Engle-Granger (1987) «two step residual based cointegration tests» auf Paneldaten.

(2004) fand jedoch anhand von Monte Carlo Simulationen heraus, dass in kleinen Stichproben die ungewichteten Statistiken die gewichteten übertreffen. Aufgrund dieser Erkenntnis werden in dieser Studie nur die ungewichteten Panel-Statistiken betrachtet.

Im Folgenden werden vier der sieben Test-Statistiken kurz in den Rahmen bereits bekannter (Zeitreihen-) Einheitswurzeltests gestellt:

- v : Von der Form her eine nicht-parametrische Variance-Ratio-Statistik.
- PP- ρ : Panel-Version der (nicht-parametrischen) Phillips-Perron- ρ -Statistik.
- PP- t : Panel-Version der (nicht-parametrischen) Phillips-Perron- t -Statistik.
- ADF- t : Panel-Version der (parametrischen) augmented-Dickey-Fuller- t -Statistik.

Es werden nur vier dargestellt, da die letzten drei mit den drei Test-Statistiken der Between-Dimension identisch sind. Für eine theoretische Herleitung der Test-Statistiken sei der Leser an die Originalartikel verwiesen. In Tab. 6-6 und Tab. 6-7 sind die sieben Test-Statistiken dargestellt. Wie beim LLC- und IPS-Test können die Einheitswurzel-Tests in unterschiedlichen Spezifikationen getestet werden. Diese unterscheiden sich wiederum dadurch, welche deterministischen Komponenten den Testgleichungen unterstellt werden:

- Mit querschnittsspezifischer Konstante und querschnittsspezifischem Trend
- Mit querschnittsspezifischer Konstante
- Ohne deterministische Komponenten

Mit Hilfe der Sterne wird das Signifikanz-Niveau dargestellt, zu dem die Nullhypothese abgelehnt werden kann.

Tab. 6-6 Kointegrations-Tests: Europa

		Within-Dimension (Panel-Statistiken)			Between-Dimension (Gruppen-Statistiken)		
		Konstante und Trend	Konstante	Ohne	Konstante und Trend	Konstante	Ohne
Erreichbarkeit multimodal	v						
	PP- ρ						
	PP-t	***	***	***	***	***	***
	ADF-t	***	***	***	***	***	***
Erreichbarkeit Schiene	v						
	PP- ρ						
	PP-t	***	***	***	***	***	***
	ADF-t	***	***	***	***	***	***
Erreichbarkeit Strasse	v	***					
	PP- ρ						
	PP-t	***	***	***	***	***	***
	ADF-t	***	***	***	***	***	***

Bemerkung:

- Within-Dimension: H_0 : Alle Querschnittszeitreihen haben dieselbe Einheitswurzel.
- Between-Dimension: H_0 : Alle Querschnittszeitreihen haben eine (aber nicht unbedingt dieselbe) Einheitswurzel.
- *** ** * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.

Quelle: BAKBASEL

Laut Maeso-Fernandez et al. (2004) haben für kleine Werte von t ($t < 100$) die ADF-t-Gruppen- und Panel-Statistiken die höchste Power, gefolgt von der PP- ρ -Panel-Statistik. Wir konzentrieren uns demnach auf die ADF-t-Statistiken. In der europäischen Stichprobe fällt auf, dass bei allen Verkehrsträgern nur die Tests basierend auf den PP-t- und ADF-t-Statistiken die Nullhypothese signifikant verwerfen können (und zwar sowohl die Panel- als auch die Gruppen-Statistiken und über alle Spezifikationen). Dies deutet auf Kointegration der Variablen hin. Allerdings kann die Schlussfolgerung nicht eindeutig gezogen werden, da die PP- ρ -Panel-Statistik in keiner Spezifikation die Nullhypothese ablehnen kann.

Die Ergebnisse der Schweizer Stichprobe (vgl. Tab. 6-7) tendieren in dieselbe Richtung, allerdings noch weniger eindeutig. Für den Verkehrsträger MIV ergibt sich dasselbe Resultat wie für die europäischen Verkehrsträger: Wiederum können sowohl die PP-t- als auch die ADF-t-Statistik die Nullhypothese ablehnen,

was auf Kointegration hindeutet. Der Test basierend auf der PP- ρ -Panel-Statistik kann die Nullhypothese jedoch nicht ablehnen. Beim Verkehrsträger ÖV ist eine Schlussfolgerung noch schwieriger: Die PP-t- und ADF-t-Statistiken können die Nullhypothese nur in der Spezifikation ohne deterministischen Trend ablehnen, die PP- ρ -Panel-Statistik wiederum gar nicht.

Tab. 6-7 Kointegrations-Tests: Schweiz

		Within-Dimension (Panel-Statistiken)			Between-Dimension (Gruppen-Statistiken)		
		Konstante und Trend	Konstante	Ohne	Konstante und Trend	Konstante	Ohne
Erreichbarkeit ÖV	ρ	***					
	PP- ρ						
	PP-t			***			***
	ADF-t			***		***	***
Erreichbarkeit MIV	ρ						
	PP- ρ						
	PP-t	***	***	***	***	***	***
	ADF-t	***	***	***	***	***	***

Bemerkung:

- Within-Dimension: H_0 : Alle Querschnittszeitreihen haben dieselbe Einheitswurzel.
- Between-Dimension: H_0 : Alle Querschnittszeitreihen haben eine (aber nicht unbedingt dieselbe) Einheitswurzel.
- ***, ** * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.

Quelle: BAKBASEL

Die Resultate der Kointegrations-Tests sind nicht eindeutig. Aufgrund der Transmissions-Mechanismen der ökonomischen Theorie ist es jedoch wahrscheinlich, dass zwischen den betrachteten Variablen eine langfristige Kointegrations-Beziehung besteht. Nichtsdestotrotz wird im weiteren Verlauf sowohl eine Variante mit als auch eine ohne Kointegration besprochen. Der Kointegrations-Entscheidungsknoten im Programmablaufplan in Kapitel 4 kann folglich nicht eindeutig in eine Richtung verlassen werden. Aufgrund der ökonomischen Theorie wird der Fokus jedoch auf die Niveau-Kointegrationsgleichung gelegt.

6.1.2.3 Regressionen

Fassen wir die Resultate der vorangegangenen Kapitel nochmals zusammen:

- Alle Variablen (der Regressand und die Regressoren) sind $I(1)$, also Differenzenstationär.
- Eine Kointegrationsbeziehung zwischen dem Regressanden und den Regressoren kann nicht eindeutig festgestellt werden.

Folglich wird die Entscheidung getroffen, im Kointegrations-Entscheidungsknoten beide Wege zu gehen. Der Fokus wird jedoch auf die Kointegrationsbeziehung gelegt.

Die Panel-Strukturmodelle werden als Fixed-Effects(FE)-Modelle spezifiziert. Die Fixed Effects werden dabei nur über den Querschnitt angenommen, das heisst, jede Querschnitts-Entität erhält einen eigenen Achsenabschnitt (der jedoch über die Zeit konstant bleibt).

Zunächst muss getestet werden, ob ein FE-Modell mit individuenspezifischen Achsenabschnitten besser ist als ein Pooled-Modell, in dem nur ein Achsenabschnitt verwendet wird. Dazu wird ein Likelihood-Ratio-Test durchgeführt. Dieser vergleicht den Fit zwischen einem Pooled- und einem FE-Modell, das heisst, wie wahrscheinlich die beobachteten Daten unter den beiden Modellen sind. Die Nullhypothese lautet: Die Fixed Effects sind redundant. In Tab. 6-8 werden die Signifikanzniveaus, zu denen die Nullhypothese abgelehnt werden kann, dargestellt.

Tab. 6-8 Likelihood-Ratio-Tests

Kointegration	Stichprobe	Verkehrsträger	Spezifikationen		
			Niveau	Differenz1	Differenz2
JA	Europa	Multimodal	***	***	***
		Schiene	***	***	***
		Strasse	***	***	***
	Schweiz	Öffentlicher Verkehr	***	***	***
		Motorisierter Individualverkehr	***	***	***
NEIN	Europa	Multimodal		***	***
		Schiene		***	***
		Strasse		***	***
	Schweiz	Öffentlicher Verkehr		***	***
		Motorisierter Individualverkehr		***	***

Bemerkungen:

- H_0 : Die Fixed Effects sind redundant.
- Abh. Variable Niveau: reales BIP pro Kopf
- Abh. Variable Differenzen: jährliche Wachstumsrate des realen BIP pro Kopf
- Alle Niveauwerte sind logarithmiert, die Wachstumsraten sind stetig.
- *** ** * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.

Quelle: BAKBASEL

Die Nullhypothese wird in allen Fällen abgelehnt. Das bedeutet, dass das FE- im Gegensatz zum Pooled-Modell einen signifikanten Informationsgewinn bringt.

Anschliessend muss getestet werden, ob die individuen-spezifischen Achsenabschnitte fix oder zufällig sind. Dies entspricht der Wahl zwischen einem FE- und einem Random-Effects(RE)-Modell. Hat man die Wahl zwischen beiden Modellen ist tendenziell das RE-Modell zu wählen, da dessen Schätzer effizienter sind als diejenigen der FE-Modelle. Das RE-Modell trifft allerdings die Annahme, dass die Random Effects unkorreliert mit den Regressoren sind. Ist diese Annahme verletzt, werden die RE-Schätzer inkonsistent. Eine gängige Methode, diese Annahme zu testen, ist der Test von Hausman (1978). Dessen Nullhypothese lautet: Die Random Effects und die Regressoren sind unkorreliert. Wird die Nullhypothese des Hausman-Tests abgelehnt, ist es also angebracht, das FE-Modell zu wählen. In Tab. 6-9 werden die Signifikanzniveaus, zu denen die Nullhypothese des Hausman-Tests abgelehnt werden kann, dargestellt.

Tab. 6-9 Hausman-Tests

Kointegration	Stichprobe	Verkehrsträger	Spezifikationen		
			Niveau	Differenz1	Differenz2
JA	Europa	Multimodal	n.b.	(***)	(***)
		Schiene	n.b.	(***)	(***)
		Strasse	n.b.	(***)	(***)
	Schweiz	Öffentlicher Verkehr	n.b.	n.b.	n.b.
		Motorisierter Individualverkehr	n.b.	n.b.	(***)
NEIN	Europa	Multimodal		n.b.	n.b.
		Schiene		n.b.	n.b.
		Strasse		n.b.	n.b.
	Schweiz	Öffentlicher Verkehr		***	***
		Motorisierter Individualverkehr		***	***

Bemerkungen:

- H_0 : Die Random Effects und die Regressoren sind unkorreliert.
- Abh. Variable Niveau: reales BIP pro Kopf
- Abh. Variable Differenzen: jährliche Wachstumsrate des realen BIP pro Kopf
- Alle Niveauwerte sind logarithmiert, die Wachstumsraten sind stetig.
- *** ** * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.
- n.b. bedeutet, die Test-Statistik konnte nicht berechnet werden.
- (***) bedeutet, die geschätzte Varianz der Random Effects ist null.

Quelle: BAKBASEL

In 14 der 25 Spezifikationen kann der Hausman-Test nicht berechnet werden. Dies ist ein gängiges Problem und liegt daran, dass die Differenz zwischen den Kovarianzmatrizen des FE-Schätzers und des RE-Schätzers nicht positiv definit ist und daher nicht invertiert werden kann. In den restlichen elf Fällen wird die Nullhypothese signifikant abgelehnt. Die Sternchen in Klammern deuten an, dass in diesen Fällen die geschätzte Varianz der (Querschnitts-) Random Effects null ist.

Diese Ergebnisse sind nicht ganz eindeutig bezüglich der Wahl zwischen Fixed und Random Effects. Trotzdem werden in dieser Studie FE-Modelle gewählt. Die Argumentation ist folgende: Wird das FE-Modell gewählt, geht man lediglich das Risiko ein, dass der Schätzer ineffizient (aber konsistent) ist. Wird jedoch das RE-Modell gewählt, besteht die Gefahr, dass der Schätzer inkonsistent ist. Da der potenzielle Fehler bei der Wahl des FE-Modells weniger gravierend ist, wird dieses gewählt.

Die Koeffizienten der Panelmodelle werden folgendermassen geschätzt: Zunächst werden die Schätzgleichungen durch eine Within-Transformation trans-

formiert. Anschliessend werden die Koeffizienten mittels linearer Regression und der Methode der kleinsten Quadrate (OLS) geschätzt. Um allfälliger Heteroskedasitizität über die Regionen und Autokorrelation innerhalb der Region (Cross-Section-Clustering) vorzubeugen, wird die Kovarianzmatrix mit einem Verfahren von Arellano (1987) korrigiert.

6.1.2.3.1 Mit einer Kointegrationsbeziehung

In Tab. 6-10 werden analog zu Tab. 6-2 die geschätzten Koeffizienten der Erreichbarkeitsindizes und deren Signifikanzniveaus dargestellt. Als Erreichbarkeit wird nur die Gesamterreichbarkeit betrachtet. Die Koeffizienten können in derselben Weise interpretiert werden, wie dies in Kapitel 6.1.1.1 getan wurde. Im Folgenden werden nur die Unterschiede zu Tab. 6-2 hervorgehoben. Bei der Interpretation der Signifikanzniveaus der Niveaugleichung muss bedacht werden, dass der OLS-Schätzer in einer Kointegrationsgleichung tendenziell nicht einer Normalverteilung folgt und die Interpretation der t-Tests mit Vorsicht genossen werden muss.

Tab. 6-10 Koeffizienten der Gesamt-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Panel, mit Kointegration

Stichprobe	Verkehrsträger	Spezifikationen		
		Niveau	Differenz1	Differenz2
Europa	Multimodal	0.22	0.06	--/++
	Schiene	0.27 *	0.05	--/(+)
	Strasse	-1.13	-0.81	(-)/--
Schweiz	Öffentlicher Verkehr	0.50 **	0.02	--/(+)
	Motorisierter Individualverkehr	-0.26	-2.38 ***	(-)/---

Bemerkungen:

- Abh. Variable Niveau: durchschnittliches reales BIP pro Kopf (durchschnittliches reales BIP/durchschnittliche Bevölkerung)
 - Abh. Variable Differenzen: durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des realen BIP pro Kopf
 - Alle Niveauewerte sind logarithmiert, die Wachstumsraten sind stetig.
 - Europa: 202 Beobachtungen, Schweiz: 106 Beobachtungen
 - ***, **, * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.
 - +++, ++, +, (+) bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10% oder keine Signifikanz für positive Vorzeichen, negative Vorzeichen analog. Zuerst Niveau, dann Wachstumskoeffizient.
- Quelle: BAKBASEL

Im Vergleich zu den Querschnitts-Niveaugleichungen ist auffällig, dass die Koeffizienten der Panel-Niveaugleichungen alle kleiner sind als die Querschnitts-Koeffizienten. Bei einigen dreht sich sogar das Vorzeichen um. Die negativen

Vorzeichen sind jedoch nicht signifikant von null verschieden, so dass die Richtung des Zusammenhangs nicht eindeutig bestimmt werden kann. Interessant ist, dass die negativen Vorzeichen sowohl in der europäischen als auch der Schweizer Stichprobe bei den strassenlastigen Verkehrsträgern auftauchen. Weiter fällt auf, dass die Koeffizienten an Signifikanz verloren haben. In den Panel-Niveaugleichungen sind lediglich die Koeffizienten der schienenlastigen Verkehrsträger positiv signifikant. Wiederum zeigt sich das in beiden Stichproben.

Die Plausibilität der Querschnitts-Niveaugleichungen kann im Lichte der Panel-Ergebnisse folgendermassen beurteilt werden: Es könnte sein, dass ein Teil des eindeutigen Zusammenhangs, der in den Querschnittsmodellen festgestellt wurde, von unbeobachtbaren Fixed Effects herrührt. Diese Folgerung muss jedoch mit Vorsicht genossen werden, da die Querschnittsmodelle aufgrund der in Kapitel 4 aufgeführten Gründe als «vertrauenswürdiger» erscheinen.

Vergleicht man die ersten Differenzgleichungen erkennt man ein ähnliches Bild: Die Panel-Koeffizienten sind allesamt kleiner als die Querschnitts-Koeffizienten. Wiederum kehren sich bei den strassenlastigen Verkehrsträgern die Vorzeichen um. Signifikant von null verschieden ist nur der Koeffizient des motorisierten Individualverkehrs; dieser ist jedoch negativ.

Auch in der zweiten Differenzgleichung widersprechen die Panel- den Querschnitts-Resultaten: Wurde in den Querschnittsmodellen noch ein positiver Einfluss der Erreichbarkeits-Niveaus auf die BIP-pro-Kopf-Wachstumsraten festgestellt, kann dieser in den Panel-Modellen nicht bestätigt werden. In diesen wirkt das Erreichbarkeits-Niveau sogar durchgehend negativ.

Zusammenfassend lässt sich zum Vergleich der Panelregressionen mit einer Kointegrationsbeziehung und den Querschnittsregressionen folgendes feststellen: Die Panel-Resultate schwächen die Schlussfolgerungen, die aus den Querschnitts-Resultaten gezogen wurden, etwas ab. Am ähnlichsten sind die Resultate noch bei den schienenlastigen Verkehrsträgern. Es scheint demnach, als ob deren Koeffizienten weniger sensitiv sind als diejenigen der übrigen Verkehrsträger.

6.1.2.3.2 Ohne Kointegrationsbeziehung

In Tab. 6-11 sind die die Koeffizienten und Signifikanzniveaus der Panel-Regressionen dargestellt, die keine Kointegrationsbeziehung in der Niveaugleichung unterstellen. Konsequenterweise werden daher auch keine Ergebnisse für diese ausgewiesen. Im Gegensatz zu den Panel-Regressionen mit einer Kointegrationsbeziehung wurde in den Differenzgleichungen kein Fehlerkor-

rektorterm, sondern ein Konvergenzterm wie in den Querschnitts-Differenzgleichungen verwendet.

Tab. 6-11 Koeffizienten der Gesamt-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Panel, ohne Kointegration

Stichprobe	Verkehrsträger	Spezifikationen		
		Niveau	Differenz1	Differenz2
Europa	Multimodal		0.23 ***	+++/(+)
	Schiene		0.27 ***	++/(+)
	Strasse		5.55 ***	+/(+)
Schweiz	Öffentlicher Verkehr		-0.07	(-)/(+)
	Motorisierter Individualverkehr		-2.96 ***	(-)/---

Bemerkungen:

- Abh. Variable Niveau: durchschnittliches reales BIP pro Kopf (durchschnittliches reales BIP/durchschnittliche Bevölkerung)
 - Abh. Variable Differenzen: durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des realen BIP pro Kopf
 - Alle Niveauwerte sind logarithmiert, die Wachstumsraten sind stetig.
 - Europa: 202 Beobachtungen, Schweiz: 106 Beobachtungen
 - ***, **, * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.
 - +++, ++, +, (+) bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10% oder keine Signifikanz für positive Vorzeichen, negative Vorzeichen analog. Zuerst Niveau, dann Wachstumskoeffizient.
- Quelle: BAKBASEL

Im Gegensatz zu den Panel-Regressionen mit einer Kointegrationsbeziehung stimmen diese Ergebnisse besser mit denjenigen der Querschnitts-Regressionen überein. In der europäischen Stichprobe sind die Panel-Koeffizienten in der ersten Differenzgleichung zwar tendenziell kleiner, jedoch sind die Koeffizienten aller Verkehrsträger signifikant positiv. In den Querschnittsmodellen war das Resultat weniger eindeutig. Einzig der Koeffizient der Strasse ist mit einem sehr hohen Wert von über 5 in der Panel-Regression grösser.

In der zweiten Differenzgleichung zeigt sich in der europäischen Stichprobe ebenfalls eine gute Übereinstimmung zwischen Panel- und Querschnittsresultaten. Es kann bestätigt werden, dass insbesondere das Erreichbarkeits-Niveau positiv auf das BIP-pro-Kopf-Wachstum wirkt.

In der Schweizer Stichprobe decken sich die Ergebnisse von Panel und Querschnitt weniger gut. In den Panel-Regressionen sind die Koeffizienten beider Verkehrsträger negativ, derjenige des motorisierten Individualverkehrs sogar signifikant. Auch in der zweiten Differenzgleichung kann der positive Einfluss des Erreichbarkeits-Niveaus auf das BIP-pro-Kopf-Wachstum nicht aufrecht erhalten werden.

Zusammenfassend lässt sich zum Vergleich der Panelregressionen ohne Kointegrationsbeziehung und den Querschnittsregressionen folgendes feststellen: In der europäischen Stichprobe decken sich die Panel-Resultate gut mit denjenigen der Querschnittsmodelle. In der Schweizer Stichprobe widersprechen sie sich jedoch tendenziell.

6.2 Vektorautoregressive Modelle

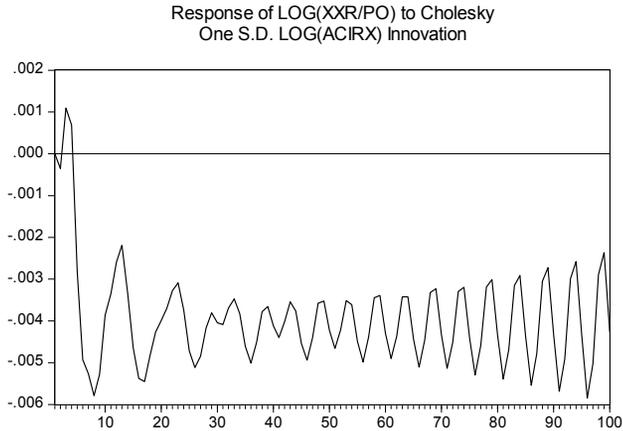
Wie im Zuge der Panel-Strukturmodelle gezeigt wurde, sind die logarithmierten Niveaus der Variablen, die in den Regressionen verwendet werden, $I(1)$. In diesem Kapitel wird deshalb nicht ein Vektorautoregressives Modell, sondern ein Vektor-Fehlerkorrekturmodell (VECM) geschätzt. Da das Modell über 192 Koeffizienten verfügt und diese generell schwierig zu interpretieren sind, wird auf die Darstellung eines Regressionsoutputs und die Zusammenfassung der Koeffizienten verzichtet. Es sollen lediglich Impuls-Antwort-Funktionen und Granger-Kausalitätstests gezeigt werden.

Die Besprechung der Resultate wird eher kurz ausfallen, da für die VECM ähnliche Einschränkungen gelten wie für die Panel-Strukturmodelle: Die zeitliche Entwicklung der Erreichbarkeitsindizes ist aufgrund der linearen Interpolation verzerrt. Die Gültigkeit der Resultate ist deshalb eingeschränkt. Zudem ist nicht klar, ob das BIP pro Kopf nur verzögert auf die Erreichbarkeit reagiert. Im Gegenteil, es ist sehr wahrscheinlich, dass der Zusammenhang neben Lag- auch über Erwartungsbildungen durch Lead-Beziehungen definiert ist. Im VECM werden jedoch nur Lag-Beziehungen betrachtet, so dass die Modelle auch in dieser Hinsicht eingeschränkt sind. Allfällige Lead-Beziehungen würden als kausal umgekehrte Lag-Beziehungen interpretiert.

6.2.1 Impuls-Antwort-Funktionen

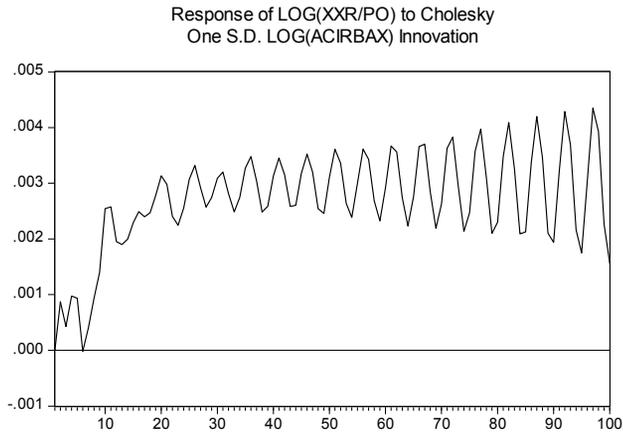
In Abb. 6-1 bis Abb. 6-3 sind die Impuls-Antwort-Funktionen für die verschiedenen europäischen Verkehrsträger dargestellt, die sich aus den Gleichungen des VECM ergeben. Zum Zeitpunkt null erleidet das logarithmierte Erreichbarkeits-Niveau einen Schock (Impuls) von einer Standardabweichung. Die Linie zeigt, wie sich das logarithmierte BIP-pro-Kopf-Niveau gemäss des Systems von linearen Gleichungen verändern würde. Als Anpassungszeitraum wurden 100 Jahre gewählt.

Abb. 6-1 Impuls-Antwort-Funktion: Gesamterreichbarkeit, multimodal, Europa

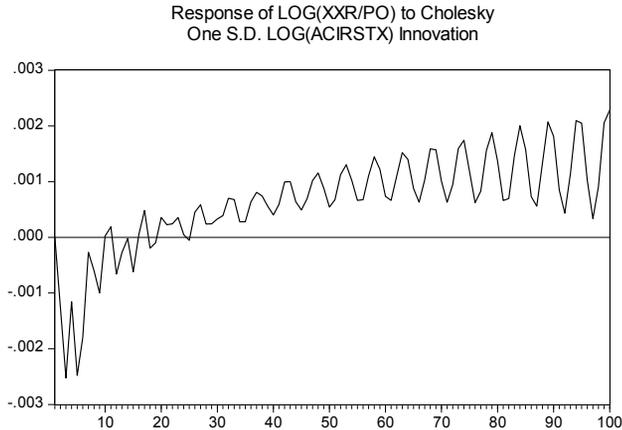


Quelle: BAKBASEL

Abb. 6-2 Impuls-Antwort-Funktion: Gesamterreichbarkeit, Schiene, Europa



Quelle: BAKBASEL

Abb. 6-3 Impuls-Antwort-Funktion: Gesamterreichbarkeit, Strasse, Europa

Quelle: BAKBASEL

Wie in den Abbildungen zu erkennen ist, sind die Anpassungsprozesse je nach Verkehrsträger sehr unterschiedlich. Ob sich die langfristigen Niveaus signifikant von den Ausgangsniveaus unterscheiden, lässt sich in dieser Studie nicht berechnen. Interessant ist, dass sich das BIP pro Kopf in der europäischen Stichprobe nicht auf einen Wert einpendelt, sondern auch gegen Ende des Anpassungszeitraums noch oszilliert.

Im Folgenden werden zu jedem Verkehrsträger kurz die wichtigen Beobachtungen zu den Abbildungen zusammengefasst:

- Multimodal: Das BIP pro Kopf pendelt sich langfristig auf einem tieferen Niveau ein. Diese Beobachtung widerspricht dem langfristig positiven Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität, der im Querschnittsmodell festgestellt wurde. Sie führt aber gewissermassen die Ergebnisse des Panel-Strukturmodells mit Kointegrationsbeziehung fort. Dort wurde der stark positive Zusammenhang des Querschnittsmodells bereits leicht abgeschwächt.
- Schiene: Das BIP pro Kopf pendelt sich langfristig auf einem höheren Niveau ein. Dies ist sowohl mit dem Querschnitts- als auch dem Panel-Strukturmodell konsistent: Es zeigte sich bereits in letzterem, dass der Einfluss der Schienen-Erreichbarkeit weniger sensitiv ist als derjenige der multimodalen und Strassen-Erreichbarkeit.

- Strasse: Das BIP pro Kopf pendelt sich langfristig auf einem höheren Niveau ein. Dies ist zwar konsistent mit dem Querschnitts-, nicht jedoch mit dem Panel-Strukturmodell. In letzterem wurde ein negativer Zusammenhang zwischen Strassen-Erreichbarkeits-Niveau und BIP-pro-Kopf-Niveau festgestellt. Es könnte jedoch sein, dass dieser negative Zusammenhang lediglich die ersten 20 Jahre widerspiegelt.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse der Impuls-Antwort-Funktionen wenig hilfreich sind.

6.2.2 Granger-Kausalitätstests

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Granger-Kausalitätstests dargestellt. Zunächst wird im Rahmen der oben geschätzten VECM die Granger-Kausalität zwischen den Wachstumsraten von Erreichbarkeit und BIP pro Kopf beurteilt. Dies greift jedoch zu kurz, da wir bereits mehrfach gesehen haben, dass auch das Erreichbarkeits-Niveau die BIP-pro-Kopf-Wachstumsrate beeinflussen kann. In einem zweiten Schritt werden deshalb auch Granger-Kausalitätstests in Niveaus durchgeführt. Die Tests in Wachstumsraten beruhen dabei auf den geschätzten VECM, das heisst, die übrigen Regressoren (Regulierung, Besteuerung, Innovation, Konjunktur) werden ebenfalls als endogen betrachtet. Die Tests in Niveaus ignorieren jedoch die Kointegrationsbeziehung, die den VECM zugrunde liegt, und betrachten den reinen Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und BIP pro Kopf (-Niveau).

Wachstumsraten

- Multimodal: Erreichbarkeits-Wachstum ist Granger-kausal für BIP-pro-Kopf-Wachstum
- Schiene: Erreichbarkeits-Wachstum ist Granger-kausal für BIP-pro-Kopf-Wachstum
- Strasse: Erreichbarkeits-Wachstum ist Granger-kausal für BIP-pro-Kopf-Wachstum
- ÖV: Erreichbarkeits-Wachstum ist Granger-kausal für BIP-pro-Kopf-Wachstum
- MIV: Erreichbarkeits-Wachstum ist Granger-kausal für BIP-pro-Kopf-Wachstum

Die Ergebnisse der Granger-Kausalitätstests im Rahmen der geschätzten VECM sind eindeutig: In Wachstumsraten geht der Einfluss nur von der Erreichbarkeit in Richtung BIP pro Kopf.

Niveaus

- Multimodal: Gegenseitig
- Schiene: Gegenseitig
- Strasse: Gegenseitig
- ÖV: Gegenseitig
- MIV: Gegenseitig

Die Ergebnisse der Granger-Kausalitätstests in Niveaus sind ebenfalls eindeutig: In Niveaus geht der Einfluss in beide Richtungen.

Die Granger-Kausalitätstests zeigen, dass im Rahmen der geschätzten VECM nur ein Einfluss des Erreichbarkeits- auf das BIP-pro-Kopf-Wachstum festgestellt werden kann. Plausibler erscheinen jedoch die Ergebnisse der Tests in Niveaus: Diese zeigen, dass die Beeinflussung zwischen Erreichbarkeit und BIP pro Kopf gegenseitig (also in beide Richtungen) verläuft. Es gibt somit einen Nachfrageeffekt, der über mehr Wohlstand und vermehrte Nachfrage nach Verkehrsdienstleistungen zu einer verbesserten Erreichbarkeit führt, welche oft mit einer verbesserten Verkehrsinfrastruktur einhergeht. Umgekehrt führt eine bessere Erreichbarkeit, also ein verbessertes Verkehrsdienstleistungsangebot, über eine erhöhte Standortqualität auch zu einer grösseren Wirtschaftsleistung.

7 Weitere Aspekte

Die empirischen Ergebnisse, die im letzten Kapitel vorgestellt wurden, geben lediglich einen Eindruck davon, wie die Erreichbarkeit im Mittel auf die wirtschaftliche Prosperität wirkt. Man kann mit Hilfe der geschätzten Koeffizienten jedoch auch die Wachstumseffekte eines konkreten Grossprojektes des Verkehrsinfrastrukturbaus abschätzen. Dies wird im ersten Teil dieses Kapitels anhand der Eröffnung des Gotthard-Basistunnels demonstriert. Im zweiten Teil des Kapitels wird untersucht, wie die Erreichbarkeit auf unterschiedliche Branchenaggregate wirkt.

7.1 Wachstumseffekte von Grossprojekten

Erreichbarkeit ist ein wichtiges politisches Thema, denn alle Regionen wollen gut erreichbar sein. Grosse Verkehrsinfrastrukturprojekte bringen in der Regel Verbesserungen für viele Regionen. Der Gotthard-Basistunnel, der in wenigen Jahren in Betrieb gehen wird, ist ein gutes Beispiel dafür. Der Staat steht jedoch vor einem Optimierungsproblem, denn er verfügt nur über begrenzte Mittel zur Finanzierung dieser Grossprojekte. In diesem Licht ist es für ihn entscheidend, das Kosten-Nutzen-Verhältnis adäquat einschätzen zu können. Die Einschätzung der Kosten ist dabei schon gut erprobt und dürfte das kleinere Problem darstellen. Die Beurteilung des Nutzens ist jedoch weniger klar.

In dieser Studie wird eine Methode vorgeschlagen, wie dieser Nutzen geschätzt und in Bezug zu den Kosten gesetzt werden kann. Dabei werden nicht nur die konkreten betriebswirtschaftlichen Gewinne berücksichtigt. Vielmehr wird über den «Umweg» der Erreichbarkeit der gesamte volkswirtschaftliche Gewinn, der durch ein Grossprojekt des Verkehrsinfrastrukturbaus generiert wird, abgeschätzt und anschliessend in Bezug zu den Kosten gesetzt. Dies erfolgt in zwei Schritten:

- Zunächst muss berechnet werden, um wie viel sich die Erreichbarkeit aller betroffenen Regionen nach der Fertigstellung des Grossprojekts verändern (verbessern) wird. Dazu müssen Annahmen getroffen werden.
- Anschliessend kann mit Hilfe der Erreichbarkeits-Veränderung und der im letzten Kapitel geschätzten Koeffizienten die Veränderung des BIP pro Kopf berechnet werden. Nimmt man an, dass die Erreichbarkeits-Veränderung keinen Einfluss auf das Bevölkerungswachstum hat, entspricht diese Wachs-

tumsrate derjenigen des BIP. Dieser Nutzen kann nun in Beziehung zu den Kosten gesetzt werden. Zu diesem Zweck wird berechnet, wie lange es dauert, bis die Kosten durch den zusätzlichen volkswirtschaftlichen Gewinn amortisiert werden. Der zusätzliche volkswirtschaftliche Gewinn ist dabei das jährlich zusätzlich generierte BIP. Anhand dieser Amortisationszeit kann beurteilt werden, ob das Grossprojekt in Angriff genommen werden soll.

Im Folgenden werden diese zwei Schritte für das Beispiel des Gotthard-Basistunnels durchgeführt.

7.1.1 Veränderung der Erreichbarkeit

Die Veränderung der Erreichbarkeit wird sowohl für die europäische als auch die Schweizer Stichprobe berechnet. Folgende Annahmen müssen getroffen werden:

- Wie gross ist die Zeitersparnis, die durch den neuen Gotthard-Basistunnel gewonnen wird?
- In welchem Ausmass profitieren die Regionen von dieser Zeitersparnis.

Zu ersterem wird angenommen, dass die Fahrzeit von Arth-Goldau nach Bellinzona um eine Stunde sinkt. Zu letzterem werden nachfolgend je nach Stichprobe die Annahmen dargestellt.

Europa

In der europäischen Stichprobe wird angenommen, dass nur eine begrenzte Zahl an Regionen vom Gotthard-Basistunnel profitiert. Dazu gehören alle Schweizer (NUTS2-) Regionen ausser der Genferseeregion (GE, VD, VS) und die folgenden grenznahen ausländische Regionen:

- Deutschland: Regierungsbezirk Stuttgart (DE11), Regierungsbezirk Karlsruhe (DE12), Regierungsbezirk Freiburg (DE13), Regierungsbezirk Tübingen (DE14), Regierungsbezirk Oberbayern (DE21)
- Frankreich: Alsace (FR42)
- Italien: Piemonte (ITC1), Liguria (ITC3), Lombardia (ITC4), Emilia-Romagna (ITD5)

Die Annahme ist, dass ein durchschnittlicher Reisender auf der Nord-Süd-Achse von allen anderen Regionen aus, das Flugzeug der Bahn vorzieht. Die Genferseeregion wurde von der Schweiz unter folgender Annahme ausgenommen: Für die Mehrheit der italienischen Reiseziele werden die Reisenden den Lötschberg-

Basistunnel verwenden. Das Gewicht des Tessins und der übrigen italienischen Reiseziele wurde vernachlässigt.

Die genannten Regionen profitieren in vollem Umfang von der Reisezeitverkürzung.

Schweiz

In welchem Ausmass die Schweizer MS-Regionen von der Reisezeitverkürzung profitieren, ist in Tab. 7-1 dargestellt.

Tab. 7-1 Ausmass der Reisezeitverkürzung: Schweiz

Kanton(e)	MS-Region	Reiseziel		
		N	S, Tessin	S, Italien
VD, GE	Alle	0	1	0
VS	Brig, Goms	0	0	0
	Rest	0	0.5 ⁽¹⁾	0
BS, BL, SO, NE, JU, FR, BE	Alle	0	1	0.5 ⁽²⁾
ZH, AG, SH, SG, AI, AR, TG, LU, NW, OW, SZ, GL, ZG	Alle	0	1	1
UR	Alle	0	0.5 ⁽³⁾	0.5 ⁽³⁾
TI	Tre Valli	0.5 ⁽³⁾	0	0
	Rest	1	0	0
GR	Misox	1	0	0
	Rest	0	0	0

Bemerkung:

• Faktoren, mit denen die Reisezeitverkürzung von 1h multipliziert wird.

⁽¹⁾ heute via Göschenen, Annahme: nach Eröffnung Gotthard-Basistunnel über Luzern

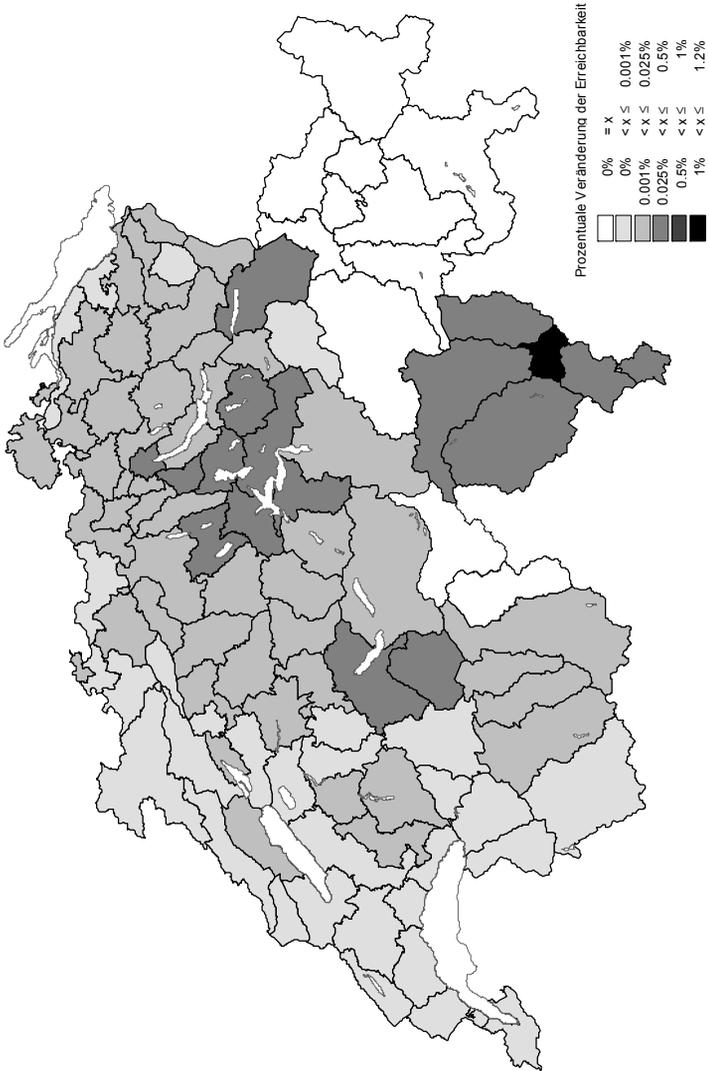
⁽²⁾ teilweise via Lötschberg-Basistunnel

⁽³⁾ Für beide MS-Regionen ist noch unklar, ob der Zug in der MS-Region halten wird.

Quelle: BAKBASEL

Unter der Annahme, dass sich nur die Reisezeit um eine Stunde verkürzt, sonst aber alles gleich bleibt, kann die Erreichbarkeit für alle Regionen neu berechnet und mit der heutigen Situation verglichen werden. Da es sich beim Gotthard-Basistunnel um ein Bahn-Projekt handelt, wird in der europäischen Stichprobe die Schienen-, in der Schweizer Stichprobe die ÖV-Erreichbarkeit verwendet. Das Ergebnis der Schweizer Simulation ist in Abb. 7-1 dargestellt.

Abb. 7-1 Verbesserung der ÖV-Erreichbarkeit: Schweiz



Quelle: BAKBASEL

Am meisten profitiert Bellinzona und das übrige Tessin sowie die Zentralschweiz bis hin nach Zürich.

7.1.2 Veränderung des BIP pro Kopf / BIP und Amortisation

Unter Verwendung der relevanten Koeffizienten aus den Regressionsschätzungen kann der Effekt für das Wirtschaftswachstum nun ex ante simuliert werden. Wie nachfolgend erklärt wird, werden die Koeffizienten der europäischen Stichprobe für die Amortisationsrechnung verwendet. Da es sich um ein Bahnprojekt handelt wird der Verkehrsträger Schiene gewählt. Es werden die Koeffizienten der Niveaugleichungen (sowohl des Querschnitts- als auch des Panelmodells) gewählt, da diese am ehesten Gleichgewichte abbilden. Sie sind in Tab. 7-2 dargestellt.

Tab. 7-2 Koeffizienten für die Simulation

Stichprobe	Modell	Koeffizient
Europa: Schiene	Struktur, Querschnitt, Niveau	0.77
	Struktur, Panel, Niveau	0.27

Quelle: BAKBASEL

Die ÖV-Erreichbarkeit der 106 MS-Regionen der Schweiz verbessert sich durch die Gottharderöffnung im Schnitt geringfügig um 0.03 Prozent. Dieser geringe Effekt liegt primär darin begründet, dass im innerschweizerischen Kontext mit einem hohen Raumwiderstand gerechnet wird: Das BIP von Orten, die eine Viertelstunde Fahrt entfernt liegen, haben nur noch einen halb so hohen Wert in der Erreichbarkeitsfunktion. Dies entspricht ungefähr dem Pendlerverhalten.

Im Modell der europäischen Bahnerreichbarkeit wird stattdessen mit dem Geschäftsreisenden gerechnet, der wesentlich länger unterwegs ist (oder sein muss). Da der Gotthard-Basistunnel primär erbaut wird, um die Anbindung der Schweiz an internationale Hochgeschwindigkeitslinien zu gewährleisten, ist die Zielgruppe klar diejenige der internationalen Geschäftsleute (und nicht die der Pendler). Deshalb sind Daten des internationalen Modells für die volkswirtschaftliche Beurteilung von Verkehrsinfrastrukturen relevant. Hier liegt die Halbwertszeit bei gut zwei Stunden. Entsprechend liegt der Gotthard für viel mehr Menschen in einer relevanten Entfernung, so dass der Erreichbarkeitswert der Schweizer Regionen im Schnitt um 0.76 Prozent zunimmt. Die Regressionskoeffizienten der verschiedenen Spezifikationen führen zu einem BIP-Anstieg

von 1.1 (Struktur, Panel, Niveau) bis 3.2 Milliarden Franken (Struktur, Querschnitt, Niveau). Vergleicht man diese Werte mit den geschätzten Baukosten von 12 Milliarden Franken, so kann mit einem Rückfluss der in den Gotthard-Basistunnel investierten Mittel in Form von zusätzlichem BIP innerhalb von 4 bis 11 Jahren gerechnet werden.¹⁰

Aus Sicht des Steuerzahlers, der de facto für die Baukosten aufkommt, muss die Periode des Mittelrückflusses indessen modifiziert werden. Da die Steuerquote in der Schweiz bei rund einem Drittel liegt, dauert die Zeitspanne bis zum «Break even» für die aggregierten öffentlichen Haushalte rund dreimal länger, also 12 bis 33 Jahre. Verglichen mit Investitionen im privaten Sektor, sind diese «Rückzahlungszeiten» eher lang.

7.2 Differenzierung nach Branchenaggregaten

Alle bisherigen Betrachtungen bezogen sich lediglich auf die Gesamtwirtschaft. Da jedoch jede Region über eine spezifische Branchenstruktur und damit über ein Portfolio von «Kernkompetenzen» verfügt, wäre es nützlich zu wissen, wie Erreichbarkeit auf die Wertschöpfung verschiedener Branchenaggregate wirkt. Zu diesem Zweck werden in diesem Kapitel vier Branchenaggregate gebildet:

- Tertiärer Sektor, exportorientierte Branchen (z.B. Finanzsektor)
- Tertiärer Sektor, binnenmarktorientierte Branchen (z.B. Detailhandel), inklusive Energie- und Wasserversorgung und Baugewerbe
- Primärer und sekundärer Sektor, Hightech-Branchen (z.B. chemische Industrie)
- Primärer und sekundärer Sektor, Lowtech-Branchen (z.B. Bergbau)

Eine genaue Zuteilung der Branchen gemäss der schweizerischen Branchensystematik (NOGA) ist im Anhang zu finden.

Um den Zusammenhang zwischen der Erreichbarkeit und diesen vier Branchenaggregaten zu untersuchen, werden erneut lineare Regressionsanalysen

¹⁰ Zur Berechnung muss zudem erwähnt werden:

- Es wurde angenommen, dass sich das BIP mit derselben Rate verändert wie das BIP pro Kopf. Dies impliziert, dass die Bevölkerung durch eine Erreichbarkeitsverbesserung nicht wächst.
- Zwei Faktoren, die sich gegenseitig ungefähr aufheben, wurden ignoriert: Zum einen wächst das BIP über die Zeit, so dass der prozentuale Anteil daran (der aufgrund der Erreichbarkeitsverbesserung gewonnen wird) ebenfalls jedes Jahr grösser wird. Zum anderen müsste man bei der Kapitalaufnahme davon ausgehen, dass Zinszahlungen geleistet werden, so dass nicht nur die Amortisation des Investitionsbetrags relevant ist.

durchgeführt. An dieser Stelle wird jedoch nicht die Wertschöpfung pro Bevölkerung als abhängige Variable gewählt, sondern die Wertschöpfung pro erwerbstätiger Person in der relevanten Branche. Damit wird nicht der Wohlstand, sondern die Produktivität gemessen. Der Grund ist, dass die Bevölkerung nicht nach Branchen aufgeteilt werden kann. Die Wertschöpfung pro Bevölkerung würde lediglich die Branchenstruktur erfassen. An dieser Stelle ist jedoch die Idee, den Einfluss der Erreichbarkeit auf die Produktivität einer Branche zu erfassen.

Zudem kann in der europäischen Stichprobe der Anteil tertiär ausgebildeter Arbeitnehmer nach Branchen unterteilt werden. In der Schweizer Stichprobe ist dies nicht möglich. In der europäischen Stichprobe misst die Variable der tertiär ausgebildeten Arbeitskräfte damit die Innovationskraft des jeweiligen Branchenaggregates, während sie in der Schweizer Stichprobe die Innovationskraft der gesamten Volkswirtschaft erfasst.

In der Regressionsanalyse wird lediglich die Hauptspezifikation gewählt, das heisst die Niveaugleichung des Querschnitts-Strukturmodells. Die Unterscheidung in geographische Lage und Transportanstrengungen wird nicht untersucht. Die zu schätzende Gleichung sieht also folgendermassen aus:

Gleichung 7.1

$$\ln XNBra_i = \beta_0 + \beta_1 \ln AC_i + \beta_2 \ln RG_i + \beta_3 \ln TX_i + \beta_4 \ln IVBra_i + \varepsilon_i$$

In Tab. 6-2 sind die geschätzten Koeffizienten und deren Signifikanzniveaus nach Verkehrsträgern und Branchenaggregaten geordnet dargestellt. Betrachtet man nur die Gesamtwirtschaft, lässt sich verglichen mit den Koeffizienten für das BIP pro Kopf in Tab. 6-2 folgendes feststellen: Für die Arbeitsproduktivität ergibt sich beinahe dasselbe Ergebnis wie für das BIP pro Kopf. Die Koeffizienten sind durchwegs positiv signifikant. Bei der Arbeitsproduktivität wird sogar noch der Koeffizient des MIV signifikant (der es beim BIP pro Kopf nicht war). Insgesamt sind die Koeffizienten jedoch kleiner als diejenigen für das BIP pro Kopf. Eine Ausnahme bildet wiederum der Koeffizient des MIV. Es scheint demnach, als sei der Einfluss der Erreichbarkeit auf den wirtschaftlichen Wohlstand tendenziell grösser als auf die Arbeitsproduktivität.

-
- Nicht berücksichtigt sind ebenfalls höhere Betriebskosten des neuen Tunnels.

Tab. 7-3 Koeffizienten der Gesamt-Erreichbarkeitsindizes: Strukturmodell, Querschnitt, nach Branchen

Stichprobe	Verkehrsträger	Branchenaggregat				
		Gesamtwirtschaft	Sektor 3, Export	Sektor 3, Binnen	Sektor 1 und 2, Hightech	Sektor 1 und 2, Lowtech
Europa	Multimodal	0.63 ***	0.32 **	0.37 ***	-0.09	0.59 ***
	Schiene	0.45 ***	0.07	0.30 ***	-0.22	0.45 **
	Strasse	0.33 ***	-0.07	0.20 **	-0.39 **	0.47 **
Schweiz	Öffentlicher Verkehr	0.79 ***	0.81 ***	0.05	0.57 **	1.68 ***
	Motorisierter Individualverkehr	0.55 ***	0.76 ***	-0.08	0.41 *	1.47 ***

Bemerkungen:

- Abh. Variable Niveau: durchschnittliche reale Arbeitsproduktivität (durchschnittliche reale Wertschöpfung / durchschnittliche Anzahl Erwerbstätige)
- Bei der Gesamtwirtschaft wird nicht die gesamte Wertschöpfung, sondern das BIP verwendet.
- Alle Niveauwerte sind logarithmiert.
- Europa: 202 Beobachtungen, Schweiz: 106 Beobachtungen
- *** ** * bedeutet Signifikanz bei 1%, 5%, 10%.

Quelle: BAKBASEL

Bei den exportorientierten Branchen ist in der europäischen Stichprobe nur der Koeffizient des multimodalen Verkehrs positiv signifikant. Wahrscheinlich ist hierbei der Einfluss des Finanzsektors dominierend, der im europäischen Kontext praktisch nur vom Flugverkehr abhängt. In der Schweizer Stichprobe sind ÖV und MIV positiv signifikant.

Bei den binnenmarktorientierten Branchen sind in der europäischen Stichprobe die Koeffizienten aller Verkehrsträger positiv signifikant. Dies dürfte daran liegen, dass dieses Aggregat von Branchen wie den staatlichen und staatsnahen Dienstleistungen, dem Detailhandel, dem Bau und der Energie- und Wasserversorgung dominiert wird. Diese Dienstleistungen werden tendenziell in urbanen Gebieten angeboten, die ihrerseits über eine gute Erreichbarkeit verfügen. Daher kommt der positive Zusammenhang. In der Schweizer Stichprobe ist dieser nicht festzustellen. Dies könnte daran liegen, dass in der Schweiz die Regionen kleinräumiger sind.

Die Hightech Branchen weisen in der europäischen Stichprobe keine positiven, sondern sogar einen signifikant negativen Koeffizienten auf. Das Aggregat wird von Branchen wie der chemischen, der Pharma-, der Maschinen- und der Autoindustrie dominiert. Diese Branchen haben ihre Produktionsstandorte in weniger urbane Regionen umgesiedelt, die ihrerseits über eine relativ schlechte Erreichbarkeit verfügen. Daher kommt der negative Zusammenhang. In der Schweiz zeigt sich wiederum das umgekehrte Ergebnis: Hier sind beide Koeffizienten signifikant positiv, was ebenfalls an der Kleinräumigkeit der Regionen liegen dürfte.

Bei den Lowtech Branchen sind wie bei der Gesamtwirtschaft alle Koeffizienten signifikant positiv. Dies ist insofern überraschend, als die im Aggregat enthaltenen Branchen wie der Bergbau, die Textilindustrie, die Metallindustrie oder das sonstige Gewerbe nicht primär in urbanen Regionen angesiedelt sind.

Auf der Ebene der Verkehrsträger kann der multimodale Verkehr in der europäischen Stichprobe die robustesten Ergebnisse vorweisen. Seine Koeffizienten sind in vier von fünf Fällen signifikant positiv. Anschliessend folgt die Schiene gefolgt von der Strasse. In der Schweizer Stichprobe scheint der ÖV robuster zu sein als de MIV.

Zusammengefasst ergibt sich folgendes Bild: In den kleinräumigen Regionen der Schweizer Stichprobe scheint Erreichbarkeit tendenziell wichtiger zu sein als in den grossräumigen Regionen der europäischen Stichprobe. Interessant ist, dass sich die Resultate gerade in Bezug auf export- und binnenmarktorientierte Branchen unterscheiden: Es scheint, als könnten in der Schweiz die Güter noch mit ÖV und MIV exportiert werden, während in Westeuropa auf den Flugverkehr gesetzt wird. Gleichzeitig spielt in der europäischen Stichprobe die Erreichbarkeit für die binnenmarktorientierten Branchen eine wichtigere Rolle als in der Schweizer Stichprobe. Zudem zeigen in der europäischen Stichprobe die Hightech-Branchen keinen positiven Einfluss der Erreichbarkeit, während dieser in der Schweizer Stichprobe erkennbar ist.

Trotz einiger negativer Koeffizienten, scheint sich insgesamt der positive Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität doch zu bestätigen.

8 Schlussfolgerungen

In Kapitel 6 wurden die empirischen Ergebnisse detailliert vorgestellt und in Kapitel 7 eine konkrete Rentabilitätsschätzung eines Grossprojekts des Verkehrsinfrastrukturbaus durchgeführt. In diesem Kapitel werden nun abschliessend die empirischen Ergebnisse zusammengefasst und die wichtigsten Kernresultate hervorgehoben. Ausserdem werden wirtschaftspolitische Implikationen diskutiert, die sich aufgrund dieser Resultate ergeben.

8.1 Zusammenfassung der empirischen Ergebnisse

Wie bereits in Kapitel 4 erklärt wurde, folgt die empirische Analyse der folgenden Hierarchie:

- Strukturmodelle
 - Querschnittsmodell: Niveau, Differenz1, Differenz2
 - Panelmodell: Niveau, Differenz1, Differenz2
- Vektorautoregressive Modelle

Im Folgenden werden nach den Ebenen eins (Strukturmodelle / Vektorautoregressive Modelle) und zwei (Querschnittsmodell / Panelmodell) geordnet die wichtigsten Ergebnisse hervorgehoben. Beim Querschnitts-Strukturmodell werden die Resultate an sich vorgestellt, während bei den übrigen Modellen nur die Übereinstimmungen/Abweichungen zu diesem Hauptmodell hervorgehoben werden. Abschliessend werden in einem Fazit die verschiedenen Resultate zu einer einheitlichen Aussage integriert.

8.1.1 Strukturmodelle, Querschnittsmodell

- Es lässt sich insgesamt ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität feststellen (sowohl in den Niveau- als auch den ersten Differenzgleichungen). Dieser zeigt sich über die Mehrheit der betrachteten Verkehrsträger.
- Die zweiten Differenzgleichungen deuten darauf hin, dass das Niveau der Erreichbarkeit der entscheidende Faktor für das BIP-pro-Kopf-Wachstum ist.

- Die schienenlastige Erreichbarkeit (Schiene, öffentlicher Verkehr) scheint einen grösseren Einfluss auszuüben als die strassenlastige Erreichbarkeit (Strasse, motorisierter Individualverkehr).
- Insgesamt scheinen die Transportanstrengungen wichtiger zu sein als die als exogen zu betrachtende geographische Lage.

8.1.2 Strukturmodelle, Panelmodell

- Im Panelmodell mit Kointegration sind die Ergebnisse der Niveaugleichung zwar weniger eindeutig als im Querschnittsmodell, insgesamt sind sie jedoch trotz geringerer Signifikanz relativ kongruent. In der ersten Differenzgleichung gehen die Resultate schon eher auseinander, während sie sich in der zweiten Differenzgleichung mehrheitlich widersprechen.
- Im Panelmodell ohne Kointegration stimmen die Ergebnisse der beiden Differenzgleichungen in der europäischen Stichprobe gut überein. In der Schweizer Stichprobe zeigen sich jedoch divergierende Resultate.

8.1.3 Vektorautoregressive Modelle

- Die Impuls-Antwort-Funktionen zeigen je nach Verkehrsträger sehr unterschiedliche Ergebnisse. In der europäischen Stichprobe scheint der Anpassungsprozess des BIP pro Kopf stationär zu sein. Schiene und Strasse führen langfristig zu höheren BIP-pro-Kopf-Niveaus. Betrachtet man die multimodale Erreichbarkeit, landet das BIP pro Kopf langfristig auf einem tieferen Niveau.
- Die Granger-Kausalitätstests deuten darauf hin, dass in Wachstumsraten betrachtet nur die Erreichbarkeit granger-kausal für das BIP pro Kopf ist. In Niveaus zeigt sich jedoch eine gegenseitige Granger-Kausalität.

8.1.4 Fazit

Im Querschnitts-Strukturmodell werden die Forschungshypothesen bezüglich der Erreichbarkeit mehrheitlich bestätigt. Die Panel-Strukturmodelle und die Vektorautoregressiven Modelle (ohne Granger-Kausalitätstests) zeigen jedoch in zunehmendem Mass eine Abweichung von diesem Ergebnis. Wie können diese Resultate zu einer einheitlichen Aussage integriert werden?

Wie bereits in Kapitel 4 erläutert wurde, scheint das Querschnitts-Strukturmodell am «vertrauenswürdigsten» zu sein. Ihm wird deshalb am meisten Gewicht zugesprochen. Die Ergebnisse des Panel-Strukturmodells und der Vektorautoregressiven Modelle müssen aufgrund der Dateneigenschaften (z.B.

lineare Interpolation bei der Erreichbarkeit) mit Vorsicht genossen werden. Zuvorsichtiglich stimmt, dass im Panelmodell ohne Kointegration die Ergebnisse zumindest in der europäischen Stichprobe recht kongruent mit denjenigen des Querschnittsmodells sind. Im Panelmodell mit Kointegration scheint jedoch der Fehlerkorrekturterm, der seinerseits ein dynamisches Phänomen darstellt, aufgrund der komplexen zeitlichen Zusammenhänge die Regressionen «durcheinander zu bringen». Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass sich die Daten nicht für eine dynamische Betrachtung eignen und der Einbezug der Dynamik die wahren Zusammenhänge eher verschleiert als aufdeckt. Dasselbe gilt noch verstärkt für die Vektorautoregressiven Modelle.

Insgesamt wird aus der empirischen Analyse deshalb das folgende Fazit gezogen: Der theoretisch hergeleitete Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlicher Prosperität lässt sich empirisch bestätigen. Erreichbarkeit ist wichtig für die regionale Entwicklung. Eine bessere Erreichbarkeit fördert die regionale Wirtschaft. Auch wenn die Koeffizienten in den verschiedenen geschätzten Gleichungen zum Teil deutlich voneinander abweichen, steht das positive Vorzeichen des Einflusses ausser Frage. Folglich haben Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur, soweit sie zu einer Reduktion der Reisezeiten führen, einen positiven Wachstumseffekt.

Wird der Effekt der Erreichbarkeit unterteilt, so zeigt sich, dass in der Schweiz der öffentliche Verkehr für die regionale Wirtschaftsentwicklung entscheidender ist als der motorisierte Individualverkehr. Auch auf europäischer Ebene ist die Schienen-Erreichbarkeit wichtiger als die Strassen-Erreichbarkeit. Unterteilt man zudem die Gesamterreichbarkeit in die geographische Lage und die Transportanstrengungen, welche zu einem grossen Teil auf Verkehrsinfrastrukturen beruhen, so erweisen sich letztere als wichtiger als die als exogen zu betrachtende geographische Lage. Das bedeutet, dass der Nachteil einer peripheren Lage durch eine gute Verkehrsanbindung sowohl in der Schweiz als auch in Westeuropa wettgemacht werden kann.

Die Granger-Kausalitätstests im Rahmen der Vektorautoregressiven Modelle zeigen, dass die Beeinflussung zwischen Erreichbarkeit und wirtschaftlichem Wohlstand gemessen als BIP pro Kopf im Niveau gegenseitig (also in beide Richtungen) verläuft. Es gibt somit einen Nachfrageeffekt, der über mehr Wohlstand und vermehrte Nachfrage nach Verkehrsdienstleistungen zu einer verbesserten Erreichbarkeit führt, welche oft mit einer verbesserten Verkehrsinfrastruktur einhergeht. Umgekehrt führt eine bessere Erreichbarkeit, also ein verbessertes Verkehrsdienstleistungsangebot, über eine erhöhte Standortqualität auch zu einer grösseren Wirtschaftsleistung.

8.2 Wirtschaftspolitische Implikationen

Wie in der Einleitung bereits erwähnt wurde, wird in dieser Studie mit einer Zielfunktion gearbeitet, in die nur eine ökonomische Variable, nämlich das BIP pro Kopf, Eingang findet. Die Durchführung eines konkreten Verkehrsprojekts wird jedoch häufig von zahlreichen ökologischen und sozialen Externalitäten begleitet. Soll ein Bild der Implikationen für die gesamte Gesellschaft gezeichnet werden, müssen diese ebenfalls betrachtet werden. Ziel dieser Studie war es jedoch explizit, den ökonomischen Aspekt der Erreichbarkeit zu isolieren. Die nachfolgenden politischen Aussagen dürfen deshalb nur in einem ökonomischen Rahmen verstanden werden.

Um diese Studie abzuschliessen wird nochmals der Bogen zum Anfang gespannt. Zu diesem Zweck sollen die in der Einleitung aufgeworfenen wirtschaftspolitischen Fragen beantwortet werden. Der Leser sei daran erinnert, dass sich die ersten drei Fragen dem Themenkreis der Effektivität zuordnen lassen, während die übrigen drei Fragen unter dem Stichwort Effizienz zusammengefasst werden können.

8.2.1 Erreichbarkeit fördern?

Auch wenn die Koeffizienten in den verschiedenen geschätzten Gleichungen zum Teil deutlich voneinander abweichen, kann aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen und ökonomischer Theorie die folgende Schlussfolgerung gezogen werden: Erreichbarkeit ist wichtig für den wirtschaftlichen Wohlstand. Ein Regionalpolitiker ist daher gut beraten, ein hohes Niveau an Erreichbarkeit anzustreben. Die Mehrheit der Spezifikationen deutet zudem daraufhin, dass Erreichbarkeit nicht nur Schicksal, sprich geographische Lage, ist. Vielmehr kann die Politik durch geschickte Transportanstrengungen einen aktiven Beitrag zum wirtschaftlichen Wohlstand leisten.

8.2.2 Welcher Blickwinkel?

Erreichbarkeit wurde in dieser Forschungsarbeit von zwei Blickwinkeln her betrachtet: Einerseits in einer europäischen Stichprobe mit grossen, in sich geschlossenen, funktionalen NUTS2-Regionen, in welcher die Sichtweise von Geschäftsreisenden im Mittelpunkt stand. Andererseits in einer schweizerischen Stichprobe mit kleinen, offenen, nicht-funktionalen MS-Regionen, in welcher die Perspektive des grossräumigen Pendlerverkehrs eingenommen wurde. Diese beiden Sichtweisen unterscheiden sich insbesondere im gewählten Raumwider-

stand, welcher der Erreichbarkeitsberechnung zugrunde liegt. Während im Geschäftsreisendenverkehr mit einer Halbwertszeit/-distanz von rund 140 Minuten oder 410 Kilometern gerechnet wurde, betrug diese im Pendlerverkehr nur rund 15 Minuten, beziehungsweise 15 Kilometer.

Geht man davon aus, dass Erreichbarkeit primär dem Ziel dient, wirtschaftsstarke Regionen in möglichst kurzer Zeit zu erreichen, muss dem Geschäftsreisendenverkehr klar mehr Gewicht beigemessen werden. Aus diesem Grund wurde auch die Rentabilitätsrechnung des Gotthard-Basistunnels aus Sicht des europäischen Geschäftsreisenden beurteilt. Dabei ist unerheblich, wie gross der Anteil der Geschäftsreisenden am gesamten Passagieraufkommen ist. Die Gotthard-Rentabilitätsrechnung zeigt, dass eine Verbesserung des Geschäftsreisendenverkehrs zu mehr wirtschaftlichem Wohlstand führt.

In diesem Sinne muss die Verkehrspolitik insbesondere darauf bedacht sein, dass die Schweiz gut an Europa angebunden wird. Die Erschliessung wirtschaftlich weniger bedeutender Regionen in der Schweiz muss sich dabei mit einem untergeordneten Stellenwert begnügen. Zudem kann bei der Verteilung der Kosten darüber nachgedacht werden, ob die kleinere Gruppe der Geschäftsreisenden durch die grössere Gruppe der Pendler querfinanziert werden soll.

8.2.3 Risiken schlechter Erreichbarkeit (Fokus Schweiz)?

Eine zentrale Schlussfolgerung dieser Studie ist, dass mit der Förderung von Verkehrssystemen das Richtige getan wird. Dies impliziert, dass sich durch die Vernachlässigung der Verkehrssysteme und die dadurch folgende schlechtere Erreichbarkeit Risiken für die wirtschaftliche Entwicklung einer Region ergeben. Erreichbarkeit kann dabei schnell zu einem Begrenzungsfaktor des Wirtschaftsprozesses werden.

Im vorigen Abschnitt wurde postuliert, dass es bei der Förderung der Verkehrssysteme weniger um die Erreichbarkeit innerhalb der Schweiz geht, als vielmehr um die Erreichbarkeit der Schweiz in Europa, respektive die Erreichbarkeit Europas aus der Schweiz. Eine Anbindung an internationale Hochgeschwindigkeitsnetze ist dafür zentral. Wenn beispielsweise die Bahnfahrt von Paris nach Mailand (über Lyon – Torino) schneller wäre als von Paris nach Zürich, wäre das für die Schweiz ein wirtschaftlicher Nachteil. Es entstünde für die Schweizer Wirtschaft das Risiko, links liegen gelassen zu werden.

In dieser Hinsicht muss auch die Geschwindigkeit der relevanten Bahnlinien in der Schweiz beachtet werden. Es mutet paradox an, wenn der ICE von Frankfurt und der TGV von Paris mit Höchstgeschwindigkeit bis Liestal und dann gemächlich durch das Oberbaselbiet fährt. Aus Sicht der gesamten Nord-Süd-Achse

sind neue Tunnel zwischen Basel und Olten einerseits und zwischen Arth-Goldau und Chiasso andererseits gleichwertig. Unter Berücksichtigung des Erreichbarkeitsmodells bringen jedoch Beschleunigungen in dicht besiedelten Gebieten (wie im Dreieck Basel – Zürich – Bern) einen höheren volkswirtschaftlichen Gewinn.

Was für schweizerische Nadelöhre gilt, kann auch für das Ausland postuliert werden: Um eine gute internationale Erreichbarkeit der Schweiz zu gewährleisten, ist es essentiell, neben den Hauptachsen in der Schweiz auch die ausländischen Zubringer zu beachten, insbesondere eine schnelle Anbindung an die internationalen Hochgeschwindigkeitsachsen. Dies betrifft vor allem die Bahnstrecken Basel-Karlsruhe, Lugano-Milano, St.Gallen-München und Genf-Lyon.

8.2.4 Rentabilität eines konkreten Verkehrsprojekts?

Nach den drei Fragen der Effektivität werden nun die drei Fragen der Effizienz beantwortet. Wir wissen nun, dass Investitionen in Verkehrsprojekte, soweit sie zu einer Reduktion der Reisezeiten führen, einen positiven Wachstumseffekt haben. Im Lichte knapper öffentlicher Mittel für den Verkehrsbereich stellt sich jedoch vermehrt die Frage nach der Rentabilität eines konkreten Verkehrsprojekts. Wenn nur wenig Geld vorhanden ist, muss umso mehr versucht werden, diejenigen Projekte mit dem besten volkswirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Verhältnis zu wählen.

In Kapitel 7 wurde am Beispiel des Gotthard-Basistunnels eine Methode dargestellt, mit der das volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Verhältnis eines konkreten Verkehrsprojekts abgeschätzt werden kann. Es wurde errechnet, dass eine volkswirtschaftliche Amortisationsdauer des Gotthard-Basistunnels je nach Regressions-Spezifikation etwa vier bis elf Jahre dauert. Diese Zeitspanne erscheint für ein Grossprojekt dieses Ausmasses ziemlich kurz zu sein. In der Tat neigt die Methode dazu, die «wahre» Amortisationsdauer zu unterschätzen. Es wird nämlich lediglich das jährlich durch eine verbesserte Erreichbarkeit zusätzlich generierte BIP in Beziehung zu den Baukosten gesetzt. Zusätzlich müsste man ermitteln, um wie viel die Erträge aus dem Projekt in Form eines höheren BIP über dem BIP-Beitrag liegen, den die für den laufenden Betrieb beanspruchten Ressourcen bei einer alternativen Verwendung einspielen würden. Da der jährliche Ertrag aus dem Projekt dadurch geringer ausfiele, würde sich auch die Amortisationsdauer etwas verlängern.

Zudem muss beachtet werden, dass aus Sicht des Steuerzahlers, der de facto für die Baukosten aufkommt, diese Werte modifiziert werden müssten. Da die Steuerquote in der Schweiz bei rund einem Drittel liegt, dauert die Zeitspanne

bis zur Kostendeckung für die aggregierten öffentlichen Haushalte rund dreimal länger. Verglichen mit Investitionen im privaten Sektor, sind diese Rückzahlungszeiten eher lang.

Im Lichte dieser langen Amortisationszeiten ist die Frage gerechtfertigt, ob sich die knappen Ressourcen des Staates nicht «gewinnbringender» einsetzen lassen. Haben beispielsweise eine Senkung der Steuern oder Investitionen ins Bildungswesen eine höhere Rendite als die Verkehrsinfrastrukturausgaben? Diese Frage kann hier nicht beantwortet werden, darf aber Gegenstand weiterer akademischer Forschung sein.

8.2.5 Welcher Verkehrsträger?

Dem inhaltlichen Fazit ist zu entnehmen, dass der Einfluss der schienenlastigen Erreichbarkeit (Schiene, ÖV) allgemein grösser ist als derjenige der strassenlastigen Erreichbarkeit (Strasse, MIV). Die laufende Verlagerung des Strassen- auf den Schienenverkehr ist in diesem Licht demnach vernünftig. In der europäischen Stichprobe ist der Einfluss der multimodalen Erreichbarkeit am stärksten. Im Kontext von internationalen Geschäftsreisenden spielen also auch Flugverbindungen eine tragende Rolle.

Insbesondere die letzte Beobachtung ist plausibel. Die wirtschaftsstarken Metropolen Westeuropas liegen meist weiter auseinander, als der durchschnittliche Geschäftsreisende bereit ist, mit der Bahn zu reisen. Wird die Bahnfahrt zusätzlich von Umsteigen und Verspätungen begleitet, schwindet diese Bereitschaft noch stärker. In letzter Zeit konnte die Bahn in diesem Bereich jedoch stark aufholen. Das westeuropäische Hochgeschwindigkeitsnetz mit dem TGV und dem ICE bietet mehr und mehr eine ernst zu nehmende Alternative zum Flugverkehr. Zwar ist die reine Reisezeit nach wie vor höher, jedoch fallen zusätzliche «administrative» Dinge wie der Check-In oder die Gepäckaufgabe weg. Zusätzlich können die meisten Zugverbindungen mit einer Einrichtung aufwarten, die es dem Geschäftsreisenden erlaubt, im Zug wie im Büro zu arbeiten. Um weiter Boden auf diesem Gebiet gut zu machen, muss sich die Bahn demnach vor allem darum bemühen, dass ein Geschäftsreisender so reibungslos wie möglich die wirtschaftsstarken Metropolen Europas erreichen kann.

8.2.6 Verkehrsinfrastruktur oder Verkehrsdienstleistungen?

Es wurde empirisch bestätigt, dass tendenziell die Transport-Erreichbarkeit den relevanten Einfluss auf den wirtschaftlichen Wohlstand ausübt. Investitionen in

Verkehrsprojekte stellen für Politiker demnach ein Mittel dar, mit dem der wirtschaftliche Wohlstand einer Gesellschaft gesteigert werden kann.

Die Transport-Erreichbarkeit kann nun ihrerseits über zwei Kanäle verbessert werden:

- Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur
 - Pisten (Flughafen)
 - Eisenbahnstrecken, -tunnels
 - Strassen, Autobahnen
 - etc.
- Investitionen in die Verkehrsdienstleistungen
 - Software, die eine effizientere Disposition von Zügen ermöglicht
 - Software, welche die Bildung von Staus entschärft
 - Anzahl Direktflug-Verbindungen (in wirtschaftsstarke Regionen)
 - etc.

Für die Erreichbarkeit relevant sind indessen nicht nur Grossprojekte des Verkehrsinfrastrukturbaus. Schliesslich konsumiert die Bevölkerung und die Wirtschaft nicht Stahl und Zement, sondern nutzt Verkehrssysteme. Der Verkehrsteilnehmer kümmert sich nicht darum, aus welchem Grund sich die Erreichbarkeit verbessert hat. Für ihn ist nur relevant, wie er in kurzer Zeit und zu vernünftigen Kosten von A nach B gelangt. Die Politik muss sich deshalb die Frage stellen, wie sie die Erreichbarkeit möglichst effizient verbessern kann. Dazu gehört einerseits die Überlegung, welches Verkehrsprojekt konkret gewählt werden soll. Entscheidungshilfen dazu wurden in der Rentabilitätsbetrachtung des Gotthard-Basistunnels gegeben. Gleichzeitig muss jedoch auch immer in Erinnerung bleiben, dass die Erreichbarkeit nicht nur durch Verkehrsinfrastruktur, sondern auch durch Verkehrsdienstleistungen verbessert werden kann.

Bei der Wahl zwischen den beiden muss folgendes beachtet werden: Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur sind in der Regel teuer, solche in Verkehrsdienstleistungen tendenziell günstiger. Zudem ist der Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und (kumulierten) Investitionskosten in beiden Fällen wahrscheinlich von abnehmenden Grenzerträgen gekennzeichnet. Hierbei sei ausserdem die Vermutung gewagt, dass die abnehmenden Grenzerträge bei Verkehrsdienstleistungen weniger gravierend sind.

Aus diesen Überlegungen heraus lassen sich die folgenden Schlussfolgerungen ziehen: In Regionen, die bereits über eine gute Erreichbarkeit verfügen, ist der Grenznutzen eines zusätzlich in die Verkehrsinfrastruktur investierten Frankens geringer als in schlechter erreichbaren. Kostenintensive Grossprojekte des Verkehrsinfrastrukturbaus sind demnach meist nur auf tiefem Erreichbarkeits-

Niveau rentabel. In den gut erreichbaren Regionen können Investitionen in Verkehrsdienstleistungen allein schon aufgrund der in der Regel tieferen Kosten effizienter sein. Wagt man zudem die Annahme, dass der Grenznutzen bei Verkehrsdienstleistungen weniger schnell abnimmt, können sich diese Investitionen als noch günstiger erweisen.

In Westeuropa und der Schweiz im Speziellen liegt die Erreichbarkeit in den meisten Regionen bereits auf einem relativ hohen Niveau. Das Zeitalter der Jahrhundert-Infrastrukturprojekte, die zu einem Quantensprung in der Erreichbarkeit geführt haben, ist mehrheitlich im 19. und 20. Jahrhundert anzusiedeln. Zu diesen Projekten zählen unter anderem der (alte) Gotthardtunnel, der Kanaltunnel («Chunnel»), die Öresundbrücke und allgemein die Einrichtung von Hochgeschwindigkeitsbahnlinien in Kontinentaleuropa (TGV, ICE). Die Neue Eisenbahn-Alpentransversale («NEAT») der Schweiz, zu welcher der Gotthard-Basistunnel gehört, wird wohl für längere Zeit eines der letzten Grossprojekte bleiben.

Gerade für Westeuropa könnten sich Investitionen in Verkehrsdienstleistungen deshalb als günstige Alternative zu Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur erweisen. Ein Beispiel könnte folgendermassen aussehen: Ein kleiner Flughafen will die Anzahl der Direktflug-Verbindungen erhöhen. Diese sind jedoch von einer kritischen Masse an Passagieren abhängig, damit die Fixkosten gedeckt werden können. Diese kritische Masse wird nicht erreicht, demnach hat keine Fluggesellschaft ein Interesse daran, den Flughafen anzufliegen. Die Regionalpolitiker könnten nun solche Direktflug-Verbindungen subventionieren, indem sie den Fluggesellschaften den Fehlbetrag erstatten. Um eine möglichst günstige Lösung zu erzielen, könnte mittels einer Reverse Auction diejenige Fluggesellschaft gewählt werden, welche die Verbindung zum günstigsten Preis anbietet.

Bedenkt man zudem, dass die Verkehrsdiskussion in Zukunft weniger von Fragen der Reisezeit als von Fragen der Reisequalität abhängen wird, gewinnen die Verkehrsdienstleistungen weiter an Bedeutung. Es muss letztlich versucht werden, die bestehende Infrastruktur so effizient wie möglich zu nutzen. Dazu gehört unter anderem, dass die Kapazitäten der Verkehrsträger so weit erhöht werden, dass sie für ein steigendes Passagieraufkommen gerüstet sind. Gerade in der Schweiz können bessere Zugleitsysteme über höhere Geschwindigkeiten und/oder dichtere Frequenzen die effektive Erreichbarkeit weiter erhöhen.

8.2.7 Fazit

Erreichbarkeit ist wichtig für die wirtschaftliche Prosperität und kann von der Politik aktiv beeinflusst werden. Sie muss dabei von der Warte international reisender Geschäftsleute und nicht intranationaler Pendler betrachtet werden. Für ein kleines, exportorientiertes Land wie die Schweiz ist eine gute Anbindung an die europäischen und globalen Wirtschaftsmetropolen zentral, damit ein wirtschaftlicher Austausch stattfinden kann. Ansonsten besteht die Gefahr, von den internationalen Wirtschaftsströmen abgeschnitten zu werden. Nichtsdestotrotz muss aufgrund der Knappheit der öffentlichen Mittel im Verkehrsbereich jedes Projekt auf seine volkswirtschaftliche Rentabilität hin überprüft werden. Dabei muss neben dem auf ein Projekt fokussierenden mikroökonomischen Ansatz auch der makroökonomische Ansatz Eingang finden. Eine Kombination der beiden Ansätze sollte ein relativ gutes Bild des «wahren» volkswirtschaftlichen Nutzens abgeben.

Ausserdem deutet die statistische Evidenz daraufhin, dass die Förderung der Schienen-Verkehrsträger (Schiene, ÖV) der wirtschaftlichen Prosperität förderlicher ist als diejenige der Strassen-Verkehrsträger (Strasse, MIV). Im internationalen Kontext zeigt allerdings auch der multimodale Verkehrsträger (wobei insbesondere der Flugverkehr ins Gewicht fällt) Potential. Qualitative Überlegungen führen zudem zum Schluss, dass Investitionen sowohl in Verkehrsinfrastruktur als auch Verkehrsdienstleistungen von abnehmenden Grenzerträgen charakterisiert sind. Verkehrsinfrastruktur ist jedoch in der Regel kostenintensiver als Verkehrsdienstleistungen es sind. Da sich die Verkehrsinfrastruktur in Westeuropa und insbesondere in der Schweiz schon auf einem relativ hohen Niveau befindet, können sich Investitionen in Verkehrsdienstleistungen deshalb schon allein aufgrund des tieferen Preises als effizienter erweisen.

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass eine gute Erreichbarkeit der wirtschaftlichen Entwicklung förderlich ist. Angesichts des Ausbaus des Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes in Deutschland und Frankreich tut deshalb auch die Schweiz gut daran, das Bahnnetz gezielt weiter auszubauen.

9 Anhang

9.1 Regionen

9.1.1 Europäische Stichprobe, 202 NUTS2-Regionen

Quelle: Eurostat, BAKBASEL

Tab. 9-1 Österreich

NUTS	Name	Kernstadt
AT11	Burgenland	Eisenstadt
AT12	Niederösterreich	St Pölten
AT13	Wien	Wien
AT21	Kärnten	Klagenfurt
AT22	Steiermark	Graz
AT31	Oberösterreich	Linz
AT32	Salzburg	Salzburg
AT33	Tirol	Innsbruck
AT34	Vorarlberg	Bregenz

Tab. 9-2 Belgien

NUTS	Name	Kernstadt
BE1	Bruxelles / Brussels	Bruxelles
BE21	Prov. Anvers	Antwerpen
BE22	Prov. Limbourg	Hasselt
BE23	Prov. Flandre Orientale	Gent
BE24	Prov. Brabant Flamand	Leuven
BE25	Prov. Flandre Occidentale	Brugge
BE31	Prov. Brabant Wallon	Wavrre
BE32	Prov. Hainaut	Charleroi
BE33	Prov. Liège	Liege

Tab. 9-3 Schweiz

NUTS	Name	Kernstadt
CH01	Genferseeregion (GE, VD, VS)	Genève
CH02	Espace Mittelland (BE, FR, JU, NE, SO)	Bern
CH03	Nordwestschweiz (AG, BL, BS)	Basel
CH04	Zürich (ZH)	Zürich
CH05	Ostschweiz (AR, AI, GL, GR, SG, SH, TG)	St.Gallen
CH06	Zentralschweiz (LU, NW, OW, SZ, UR, ZG)	Luzern
CH07	Tessin (TI)	Lugano

Tab. 9-4 Deutschland

NUTS	Name	Kernstadt
DE11	Regierungsbezirk Stuttgart	Stuttgart
DE12	Regierungsbezirk Karlsruhe	Karlsruhe
DE13	Regierungsbezirk Freiburg	Freiburg
DE14	Regierungsbezirk Tübingen	Reutlingen
DE21	Regierungsbezirk Oberbayern	München
DE22	Regierungsbezirk Niederbayern	Landshut
DE23	Regierungsbezirk Oberpfalz	Regensburg
DE24	Regierungsbezirk Oberfranken	Bayreuth
DE25	Regierungsbezirk Mittelfranken	Nürnberg
DE26	Regierungsbezirk Unterfranken	Würzburg
DE27	Regierungsbezirk Schwaben	Augsburg
DE30	Berlin	Berlin
DE41	Regierungsbezirk Brandenburg - Nordost	Frankfurt/Oder
DE42	Regierungsbezirk Brandenburg - Südwest	Potsdam
DE50	Bremen	Bremen
DE60	Hamburg	Hamburg
DE71	Regierungsbezirk Darmstadt	Frankfurt
DE72	Regierungsbezirk Gießen	Gießen
DE73	Regierungsbezirk Kassel	Kassel
DE80	Mecklenburg- Vorpommern	Rostock
DE91	Regierungsbezirk Braunschweig	Braunschweig
DE92	Regierungsbezirk Hannover	Hannover

DE93	Regierungsbezirk Lüneburg	Celle
DE94	Regierungsbezirk Weser-Ems	Osnabrück
DEA1	Regierungsbezirk Düsseldorf	Düsseldorf
DEA2	Regierungsbezirk Köln	Köln
DEA3	Regierungsbezirk Münster	Gelsenkirchen
DEA4	Regierungsbezirk Detmold	Bielefeld
DEA5	Regierungsbezirk Arnberg	Dortmund
DEB1	Regierungsbezirk Koblenz	Koblenz
DEB2	Regierungsbezirk Trier	Trier
DEB3	Regierungsbezirk Rheinhessen-Pfalz	Mainz
DEC0	Saarland	Saarbrücken
DED1	Direktionsbezirk Chemnitz	Chemnitz
DED2	Direktionsbezirk Dresden	Dresden
DED3	Direktionsbezirk Leipzig	Leipzig
DEE	Sachsen-Anhalt	Halle
DEF0	Schleswig-Holstein	Kiel
DEG0	Thüringen	Erfurt

Tab. 9-5 Dänemark

NUTS	Name	Kernstadt
DK01	Hovedstaden	Kopenhagen
DK02	Sjælland	Ringsted-Soro
DK03	Syddanmark	Kolding
DK04	Midtjylland	Arhus
DK05	Nordjylland	Alborg

Tab. 9-6 Spanien

NUTS	Name	Kernstadt
ES11	Galicia	La Coruña
ES12	Principado de Asturias	Gijón
ES13	Cantabria	Santander
ES21	País Vasco	Bilbao
ES22	Comunidad Foral de Navarra	Pamplona
ES23	La Rioja	Logrono
ES24	Aragón	Zaragoza
ES30	Comunidad de Madrid	Madrid
ES41	Castilla y León	Valladolid
ES42	Castilla-La Mancha	Albacete
ES43	Extremadura	Badajoz
ES51	Cataluña	Barcelona
ES52	Comunidad Valenciana	Valencia
ES53	Illes Balears	Palma de Mallorca
ES61	Andalucía	Malaga
ES62	Región de Murcia	Murcia
ES70	Canarias	Las Palmas de Gran Canaria

Tab. 9-7 Finnland

NUTS	Name	Kernstadt
FI13	Itä-Suomi	Kuopio
FI18	Etelä-Suomi	Helsinki
FI19	Länsi-Suomi	Tampere
FI1A	Pohjois-Suomi	Oulu
FI20	Åland	Maarianhamina

Tab. 9-8 Frankreich

NUTS	Name	Kernstadt
FR1	Île de France	Paris
FR21	Champagne-Ardenne	Reims
FR22	Picardie	Amiens
FR23	Haute-Normandie	Rouen
FR24	Centre	Orléans
FR25	Basse-Normandie	Caen
FR26	Bourgogne	Dijon
FR3	Nord-Pas-de-Calais	Lille
FR41	Lorraine	Metz
FR42	Alsace	Strasbourg
FR43	Franche-Comté	Besançon
FR51	Pays de la Loire	Nantes
FR52	Bretagne	Rennes
FR53	Poitou-Charentes	La Rochelle
FR61	Aquitaine	Bordeaux
FR62	Midi-Pyrénées	Toulouse
FR63	Limousin	Limoges
FR71	Rhône-Alpes	Lyon
FR72	Auvergne	Clermont-Ferrand
FR81	Languedoc-Roussillon	Montpellier
FR82	PACA (Provence-Alpes-Côte d'Azur)	Marseille
FR83	Corse	Ajaccio

Tab. 9-9 Irland

NUTS	Name	Kernstadt
IE01	Border, Midland and Western Ireland	Galway
IE02	Southern and Eastern Ireland	Dublin

Tab. 9-10 Italien

NUTS	Name	Kernstadt
ITC1	Piemonte	Torino
ITC2	Valle d'Aosta	Aosta
ITC3	Liguria	Genova
ITC4	Lombardia	Milano
ITD1	Bolzano	Bolzano
ITD2	Trento	Trento
ITD3	Veneto	Venezia
ITD4	Friuli-Venezia Giulia	Trieste
ITD5	Emilia-Romagna	Bologna
ITE1	Toscana	Firenze
ITE2	Umbria	Perugia
ITE3	Marche	Ancona
ITE4	Lazio	Roma
ITF1	Abruzzo	Pescara
ITF2	Molise	Campobasso
ITF3	Campania	Napoli
ITF4	Puglia	Bari
ITF5	Basilicata	Potenza
ITF6	Calabria	Reggio di Calabria
ITG1	Sicilia	Palermo
ITG2	Sardegna	Cagliari

Tab. 9-11 Niederlande

NUTS	Name	Kernstadt
NL11	Groningen	Groningen
NL12	Friesland	Leeuwarden
NL13	Drenthe	Emmen
NL21	Overijssel	Enschede
NL22	Gelderland	Arnhem
NL23	Flevoland	Almere
NL31	Utrecht	Utrecht
NL32	Noord-Holland	Amsterdam
NL33	Zuid-Holland	Rotterdam
NL34	Zeeland	Terneuzen
NL41	Noord-Brabant	Eindhoven
NL42	Limburg	Maastricht

Tab. 9-12 Norwegen

NUTS	Name	Kernstadt
NO01	Oslo og Akershus	Oslo
NO02	Hedmark og Oppland	Hamar
NO03	Sør-Østlandet	Fredrikstad
NO04	Agder og Rogaland	Stavanger
NO05	Vestlandet	Bergen
NO06	Trøndelag	Trondheim
NO07	Nord-Norge	Tromsø

Tab. 9-13 Schweden

NUTS	Name	Kernstadt
SE11	Stockholm	Stockholm
SE12	Östra Mellansverige	Uppsala
SE21	Småland med öarna	Jönköping
SE22	Sydsverige	Malmö
SE23	Västsverige	Göteborg
SE31	Norra Mellansverige	Gävle
SE32	Mellersta Norrland	Umea
SE33	Övre Norrland	Skelleftea

Tab. 9-14 Vereinigtes Königreich

NUTS	Name	Kernstadt
UKC1	Tees Valley and Durham	Middlesbrough
UKC2	Northumberland and Tyne and Wear	Newcastle
UKD1	Cumbria	Carlisle
UKD2	Cheshire	Warrington
UKD3	Greater Manchester	Manchester
UKD4	Lancashire	Preston
UKD5	Merseyside	Liverpool
UKE1	East Riding and North Lincolnshire	Kingston upon Hull
UKE2	North Yorkshire	York
UKE3	South Yorkshire	Sheffield
UKE4	West Yorkshire	Leeds
UKF1	Derbyshire and Nottinghamshire	Nottingham
UKF2	Leicestershire, Rutland and Northamptonshire	Leicester
UKF3	Lincolnshire	Lincoln
UKG1	Herefordshire, Worcestershire and Warwickshire	Worcester
UKG2	Shropshire and Staffordshire	Stoke-on-Trent
UKG3	West Midlands	Birmingham
UKH1	East Anglia	Cambridge
UKH2	Bedfordshire and Hertfordshire	Luton
UKH3	Essex	Southend-on-Sea

UKI1	Inner London	London
UKI2	Outer London	London
UKJ1	Berk, Buckingham and Oxford	Oxford
UKJ2	Surrey, East and West Sussex	Brighthon
UKJ3	Hampshire and Isle of Wight	Southampton
UKJ4	Kent	Maidstone
UKK1	Gloucestershire, Wiltshire and North Somerset	Bristol
UKK2	Dorset and Somerset	Bournemouth
UKK3	Cornwall and Isles of Scilly	Truro
UKK4	Devon	Plymouth
UKL1	West Wales and the Valleys	Swansea
UKL2	East Wales	Cardiff
UKM2	Eastern Scotland	Edinburgh
UKM3	South Western Scotland	Glasgow
UKM5	Aberdeen Region	Aberdeen
UKM6	Highlands and Islands	Inverness
UKN	Northern Ireland	Belfast

9.1.2 Schweizer Stichprobe, 106 MS-Regionen

Quelle: BFS, BAKBASEL

Tab. 9-15 Zürich

ID	Name	Hauptort
1	Zürich	Zürich
2	Glattal-Furttal	Kloten
3	Limmattal	Dietikon
4	Knonaueramt	Affoltern am Albis
5	Zimmerberg	Rüschlikon
6	Pfannenstiel	Stäfa
7	Zürcher Oberland	Uster
8	Winterthur	Winterthur
9	Weinland	Andelfingen
10	Zürcher Unterland	Bülach

Tab. 9-16 Bern

ID	Name	Hauptort
11	Bern	Bern
12	Erlach-Seeland	Erlach
13	Biel/Bienne	Biel
14	Jura bernois	Moutier
15	Oberaargau	Langenthal
16	Burgdorf	Burgdorf
17	Oberes Emmental	Langnau
18	Aaretal	Münsingen
19	Schwarzwasser	Rüschegg
20	Thun	Thun
21	Saanen-Obersimmental	Saanen
22	Kandertal	Frutigen
23	Oberland-Ost	Interlaken

Tab. 9-17 Luzern

ID	Name	Hauptort
26	Luzern	Luzern
27	Sursee-Seetal	Sursee
28	Willisau	Willisau
29	Entlebuch	Entlebuch

Tab. 9-18 Uri

ID	Name	Hauptort
30	Uri	Altdorf

Tab. 9-19 Schwyz

ID	Name	Hauptort
31	Innerschwyz	Schwyz
32	Einsiedeln	Einsiedeln
33	March	Lachen

Tab. 9-20 Obwalden

ID	Name	Hauptort
34	Sarneraatal	Sarnen

Tab. 9-21 Nidwalden

ID	Name	Hauptort
35	Nidwalden	Stans

Tab. 9-22 Glarus

ID	Name	Hauptort
36	Glarner Unterland	Glarus
37	Glarner Hinterland	Elm

Tab. 9-23 Zug

ID	Name	Hauptort
38	Zug	Zug

Tab. 9-24 Fribourg

ID	Name	Hauptort
39	La Sarine	Fribourg
40	La Gruyère	Bulle
41	Sense	Tafers
42	Murten/Morat	Murten
43	Glâne-Veveyse	Attalens

Tab. 9-25 Solothurn

ID	Name	Hauptort
24	Grenchen	Grenchen
44	Olten	Olten
45	Thal	Balsthal
46	Solothurn	Solothurn

Tab. 9-26 Basel-Stadt

ID	Name	Hauptort
47	Basel-Stadt	Basel-Stadt

Tab. 9-27 Basel-Landschaft

ID	Name	Hauptort
25	Laufental	Laufen
48	Unteres Baselbiet	Arlesheim
49	Oberes Baselbiet	Liestal

Tab. 9-28 Schaffhausen

ID	Name	Hauptort
50	Schaffhausen	Schaffhausen

Tab. 9-29 Appenzell Ausserrhoden

ID	Name	Hauptort
51	Appenzell A.Rh.	Herisau

Tab. 9-30 Appenzell Innerrhoden

ID	Name	Hauptort
52	Appenzell I.Rh.	Appenzell

Tab. 9-31 St. Gallen

ID	Name	Hauptort
53	St.Gallen	St. Gallen
54	Rheintal	Altstätten
55	Werdenberg	Buchs
56	Sarganserland	Sargans
57	Linthgebiet	Schänis
58	Toggenburg	Wattwil
59	Wil	Will

Tab. 9-32 Graubünden

ID	Name	Hauptort
60	Chur	Chur
61	Prättigau	Klosters-Serneus
62	Davos	Davos
63	Schanfigg	Maladers
64	Mittelbünden	Vaz
65	Viamala	Thusis
66	Surselva	Ilanz
67	Engiadina Bassa	Scuol
68	Oberengadin	St. Moritz
69	Mesolcina	Mesocco

Tab. 9-33 Aargau

ID	Name	Hauptort
70	Aarau	Aarau
71	Brugg-Zurzach	Brugg
72	Baden	Wettingen
73	Mutschellen	Bremgarten
74	Freiamt	Wohlen
75	Fricktal	Rheinfelden

Tab. 9-34 Thurgau

ID	Name	Hauptort
76	Thurtal	Frauenfeld
77	Untersee	Kreuzlingen
78	Oberthurgau	Romanshorn

Tab. 9-35 Ticino

ID	Name	Hauptort
79	Tre Valli	Faido
80	Locarno	Locarno
81	Bellinzona	Bellinzona
82	Lugano	Lugano
83	Mendrisio	Mendrisio

Tab. 9-36 Vaud

ID	Name	Hauptort
84	Lausanne	Lausanne
85	Morges	Morges
86	Nyon	Nyon
87	Vevey	Vevey
88	Aigle	Aigle
89	Pays d'Enhaut	Château-d'Oex
90	Gros-de-Vaud	Echallens
91	Yverdon	Yverdon-les-Bains
92	La Vallée	Le Chenit
93	La Broye	Payerne

Tab. 9-37 Valais

ID	Name	Hauptort
94	Goms	Münster (VS)
95	Brig	Brig-Glis
96	Visp	Visp
97	Leuk	Leuk
98	Sierre	Sierre
99	Sion	Sion
100	Martigny	Martigny
101	Monthey	Monthey

Tab. 9-38 Neuchâtel

ID	Name	Hauptort
102	Neuchâtel	Neuchâtel
103	La Chaux-de-Fonds	La Chaux-de-Fonds
104	Val-de-Travers	Môtiers (NE)

Tab. 9-39 Genève

ID	Name	Hauptort
105	Genève	Genève

Tab. 9-40 Jura

ID	Name	Hauptort
106	Jura	Delémont

9.2 Regressionsvariablen und Quellen

Tab. 9-41 Regressionsvariablen und Quellen: Europäische Stichprobe

Variable	Quelle
Bruttoinlandsprodukt (Preise von 2000, PPP 1997)	BAKBASEL
Bruttowertschöpfung (Preise von 2000, PPP 1997)	BAKBASEL
Bevölkerung	BAKBASEL
Erwerbstätige	BAKBASEL
Erreichbarkeit (multimodal, Schiene, Strasse)	BAKBASEL, IVT
Regulierung, Index für Produktmarkt-Regulierung	BAKBASEL, OECD, Fraser Institute
Besteuerung, BAK Taxation Index, hoch qualifizierte Arbeitskräfte	BAKBASEL, ZEW
Innovation, Anteil der Erwerbsbevölkerung mit einem Hochschulabschluss	BAKBASEL, Eurostat

Quelle: BAKBASEL

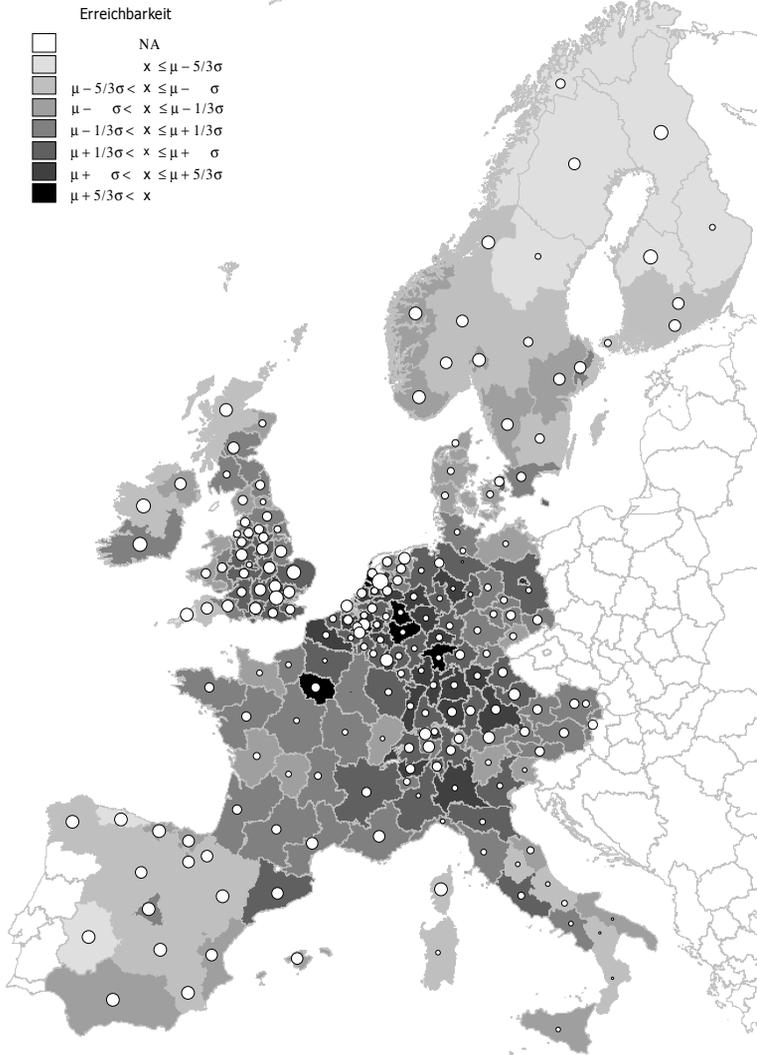
Tab. 9-42 Regressionsvariablen und Quellen: Schweizer Stichprobe

Variable	Quelle
Bruttoinlandsprodukt (Preise von 2000)	BAKBASEL
Bruttowertschöpfung (Preise von 2000)	BAKBASEL
Bevölkerung	BAKBASEL
Erwerbstätige	BAKBASEL
Erreichbarkeit (öffentlicher Verkehr, motorisierter Individualverkehr)	BAKBASEL, IVT
Besteuerung, BAK Steuerbelastungs-Index	BAKBASEL, FIVE Informatik
Innovation, Anteil der Erwerbsbevölkerung mit einem Hochschulabschluss	BAKBASEL, BFS

Quelle: BAKBASEL

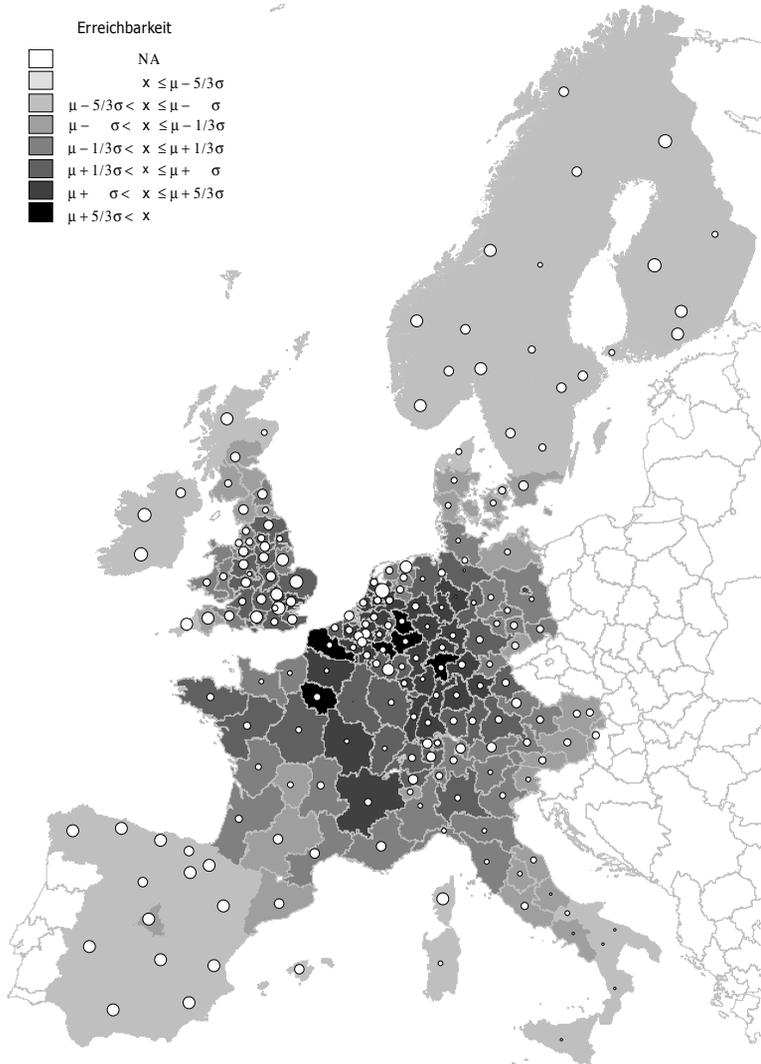
9.3 Erreichbarkeit: Landkarten

Abb. 9-1 Gesamterreichbarkeits-Index: Europa, multimodal, 2000-2008



Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
 - Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008
- Quelle: BAKBASEL

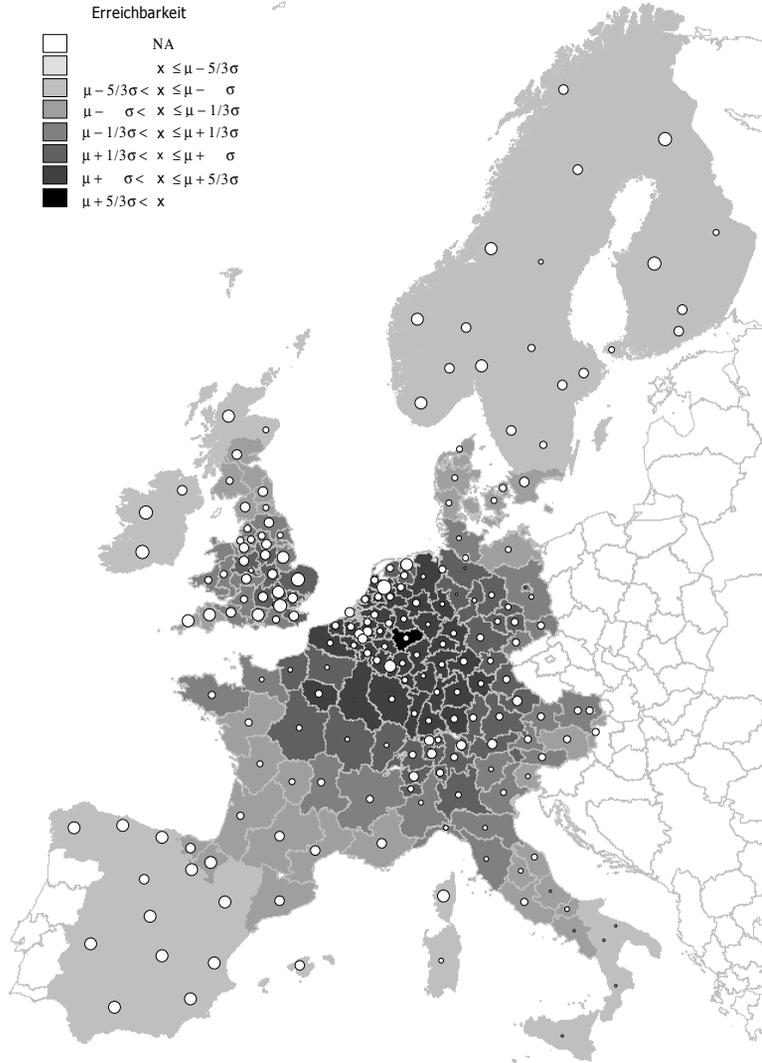
Abb. 9-2 Gesamterreichbarkeits-Index: Europa, Schiene, 2000-2008

Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008

Quelle: BAKBASEL

Abb. 9-3 Gesamterreichbarkeits-Index: Europa, Strasse, 2000-2008

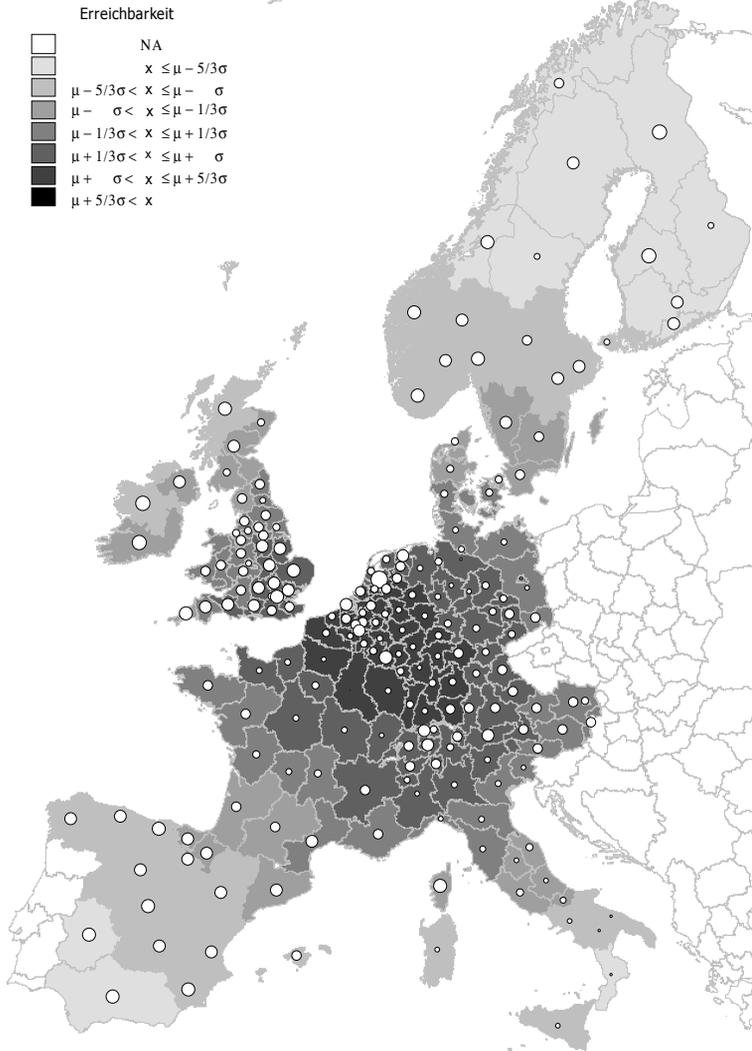


Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008

Quelle: BAKBASEL

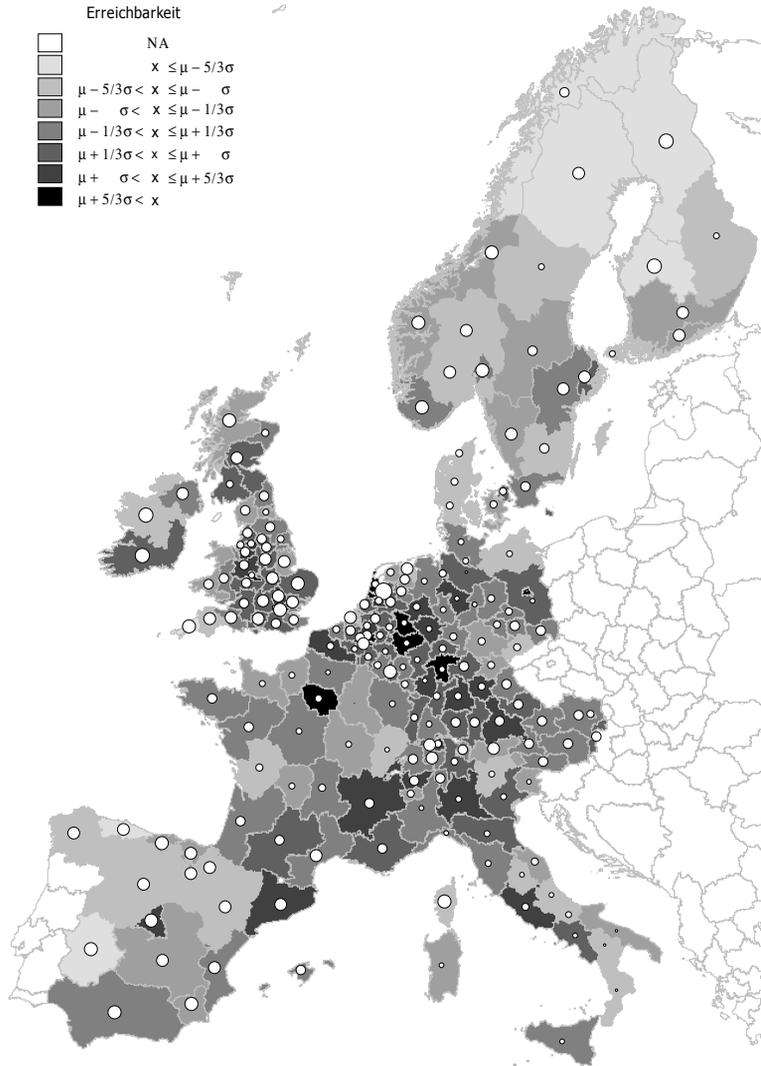
Abb. 9-4 **Geographie-Erreichbarkeits-Index: Europa, alle Verkehrsträger, 2000-2008**



Bemerkung:

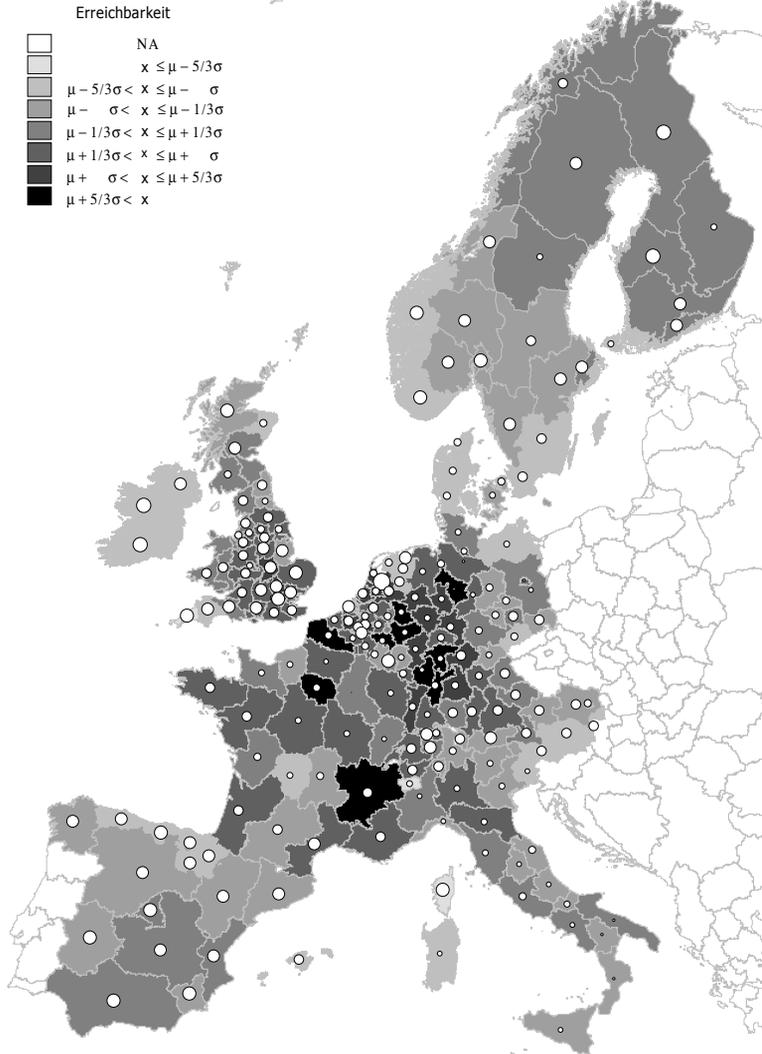
- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
 - Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008
- Quelle: BAKBASEL

Abb. 9-5 Transport-Erreichbarkeits-Index: Europa, multimodal, 2000-2008



Bemerkung:
• Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
• Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008
Quelle: BAKBASEL

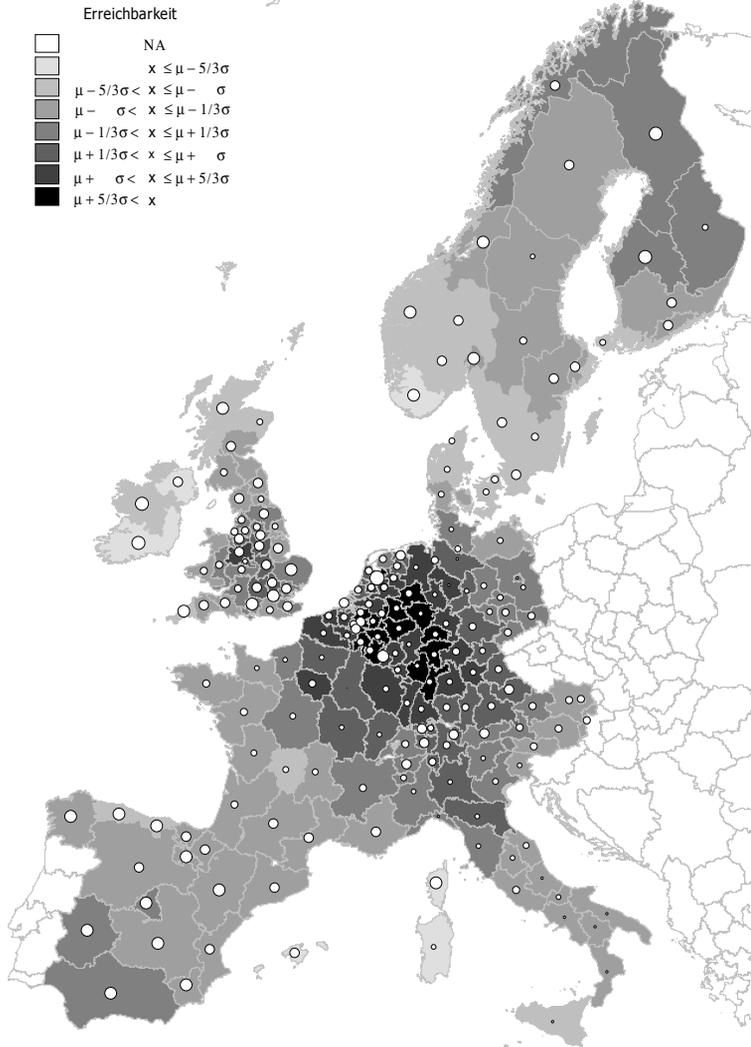
Abb. 9-6 Transport-Erreichbarkeits-Index: Europa, Schiene, 2000-2008



Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
 - Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008
- Quelle: BAKBASEL

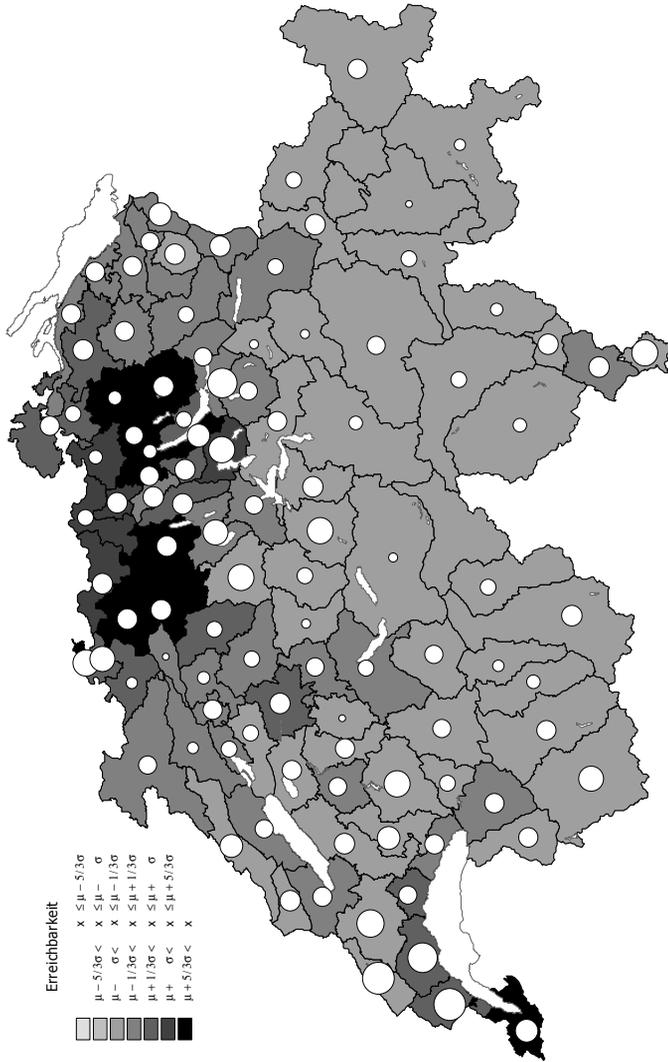
Abb. 9-7 Transport-Erreichbarkeits-Index: Europa, Strasse, 2000-2008



Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
 - Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008
- Quelle: BAKBASEL

Abb. 9-8 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, öffentlicher Verkehr, 2000-2008

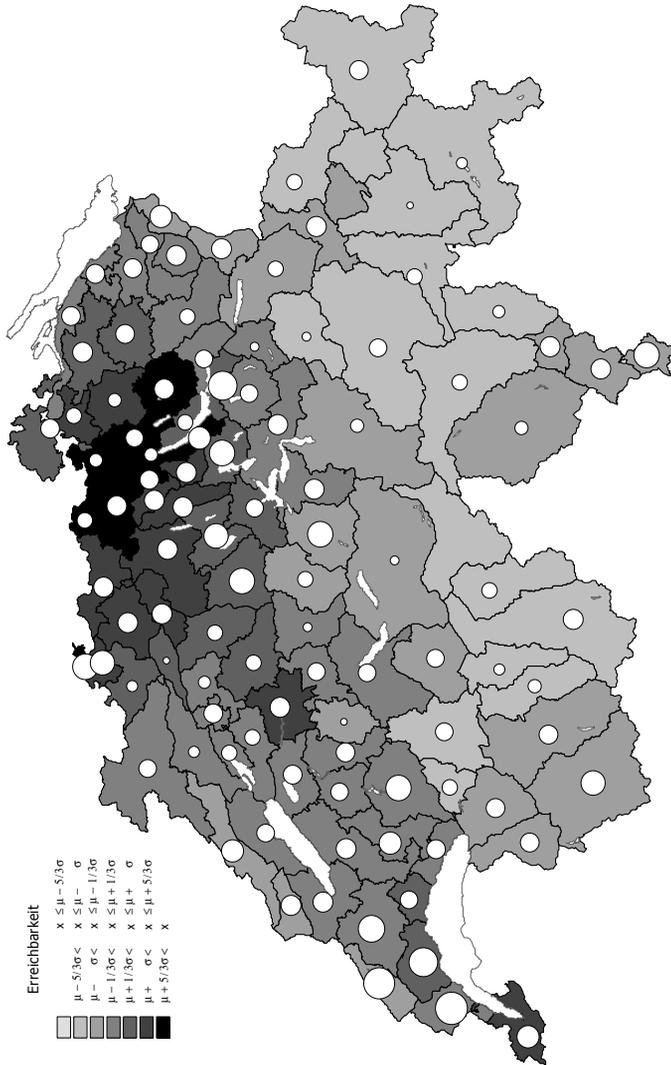


Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008, keine Kreise: negatives BIP-Wachstum

Quelle: BAKBASEL

Abb. 9-9 Gesamt-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, motorisierter Individualverkehr, 2000-2008

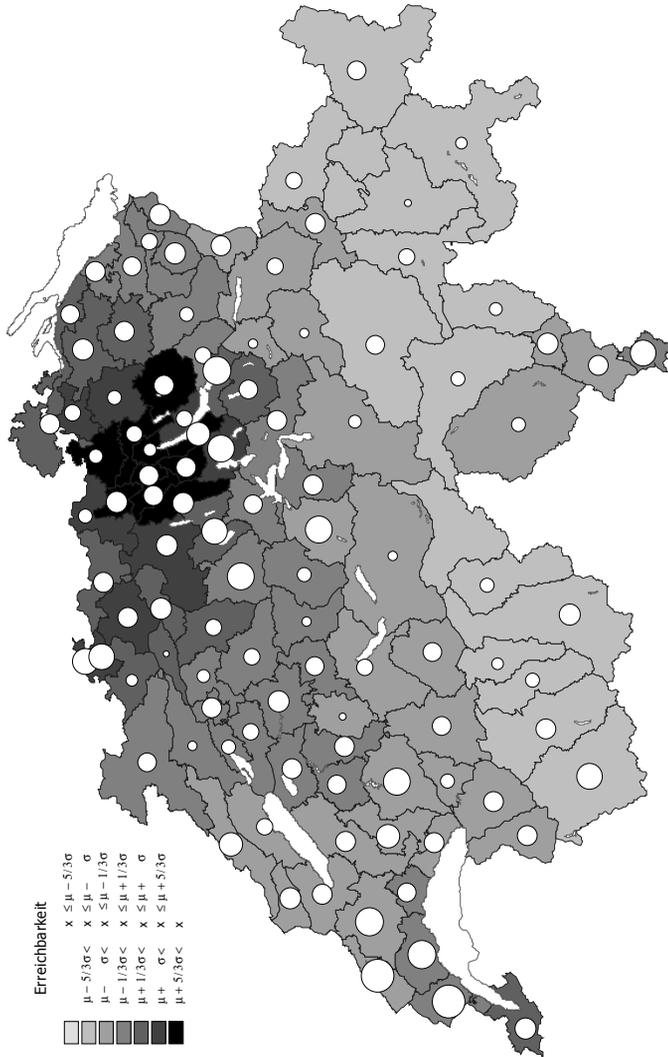


Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008, keine Kreise: negatives BIP-Wachstum

Quelle: BAKBASEL

Abb. 9-10 Geographie-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, alle Verkehrsträger, 2000-2008

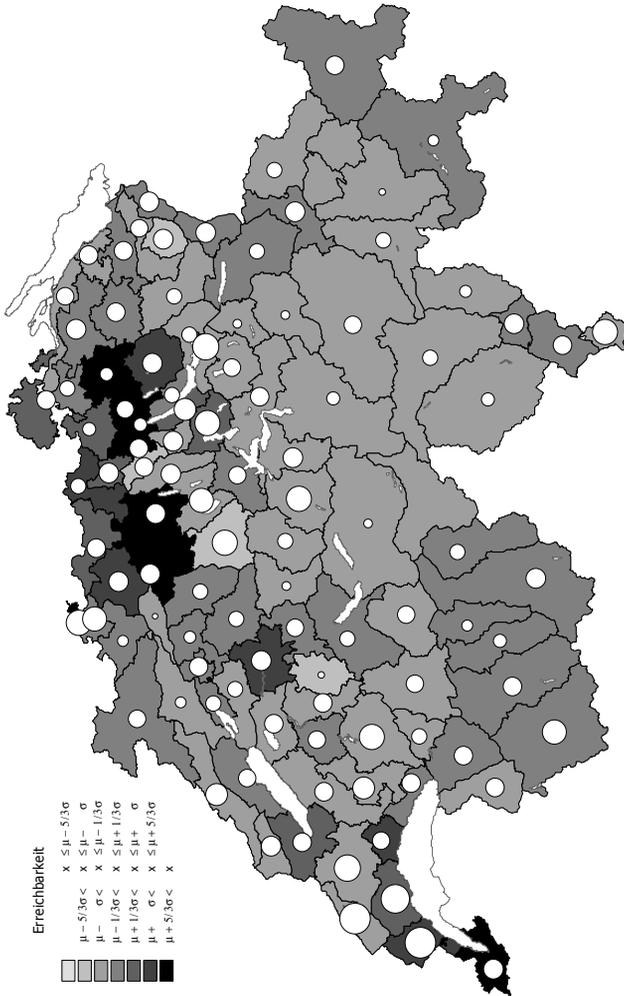


Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008, keine Kreise: negatives BIP-Wachstum

Quelle: BAKBASEL

Abb. 9-11 Transport-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, öffentlicher Verkehr, 2000-2008

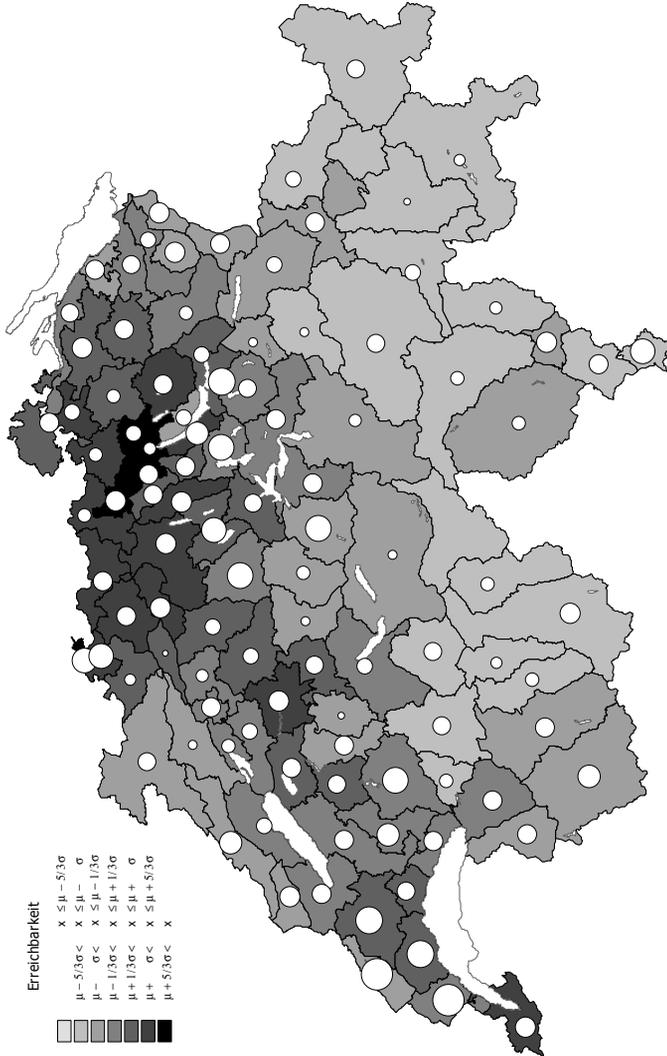


Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008, keine Kreise: negatives BIP-Wachstum

Quelle: BAKBASEL

Abb. 9-12 Transport-Erreichbarkeitsindex: Schweiz, motorisierter Individualverkehr, 2000-2008



Bemerkung:

- Schattierung: Erreichbarkeit, Mittelwert 2000-2008
- Grösse der Kreise: BIP-Wachstum, durchschn. jährliche reale Wachstumsrate 2000-2008, keine Kreise: negatives BIP-Wachstum

Quelle: BAKBASEL

9.4 Branchenaufteilung

Tab. 9-43 Branchenaufteilung

Branchenaggregat NOGA 2-Steller (2002)

Sektor 3, Export	51, 55, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 72, 73, 74
Sektor 3, Binnen	40, 41, 45, 50, 52, 71, 75, 80, 85, 90, 91, 92, 93, 95
Sektor 1 und 2, High-tech	23, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35
Sektor 1 und 2, Low-tech	01, 02, 05, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 36, 37

Quelle: BFS, BAKBASEL

10 Literaturverzeichnis

Aghion, Philippe and Peter Howitt (1992). A Model of Growth through Creative Destruction, *Econometrica*, 60: 323-351.

Anderson, Richard, Hailong Qian and Robert Rasche (2006). Analysis of Panel Vector Error Correction Models Using Maximum Likelihood, the Bootstrap, and Canonical-Correlation Estimators, Research Division, Federal Reserve Bank of St. Louis.

URL: <http://research.stlouisfed.org/wp/2006/2006-050.pdf>, gefunden: 24.08.2011.

Andersson, Martin and Charlie Karlsson (2004). The Role of Accessibility for the Performance of Regional Innovation Systems, *CESIS Electronic Working Paper Series*, Paper No. 09.

Arellano, Manuel (1987). Computing Robust Standard Errors for Within-Groups Estimators, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 49: 431-434.

Arrow, Kenneth J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing, *Review of Economic Studies*, 29: 155-173.

Aschauer, David Alan (1989). Is Public Expenditure Productive?, *Journal of Monetary Economics*, 23: 177-200.

BAKBASEL (2011). International Benchmarking Report 2011. Basel: BAK Basel Economics.

Barro, Robert J. (1998). *Determinants of Economic Growth: A Cross-Country Empirical Study*, Cambridge: MIT Press.

Bleisch, Andreas (2005). Die Erreichbarkeit von Regionen – Ein Benchmarking-Modell, *Dissertation*, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Basel.

Canning, David and Peter Pedroni (2004). The Effect of Infrastructure on Long Run Economic Growth, *Williams College, Department of Economics Working Papers*, 2004-04.

Cortright, Joseph (2001). New Growth Theory, Technology and Learning, a Practitioners Guide, *Reviews of Economic Development Literature and Practice*, 4: 1-35.

economiesuisse (2011). Verkehrsinfrastruktur: das Nötige vom Wünschbaren trennen, *dossierpolitik*, 14. Juni 2011.

Elschner, C. and R. Schwager (2003): The Effective Tax Burden on Highly Qualified Employees - An International Comparison, ZEW report on behalf of the IBC BAK International Benchmark Club, Basel: BAK Basel Economics.

Granger, Clive W.J. and Paul Newbold (1974). Spurious Regressions in Econometrics, *Journal of Econometrics*, 2: 111-120.

Groen, J.J.J. and F. Kleibergen (2001). Likelihood-Based Cointegration Analysis in Panels of Vector Error Correction Models, *Research Memorandum WO&E no. 646/0101*, De Nederlandsche Bank NV.

Grossman, Gene M. and Elhanan Helpman (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge: MIT Press.

Hausman, Jerry A. (1978). Specification Tests in Econometrics, *Econometrica*, 46: 1251-1271.

Hoffmann, Mathias (2003). Fixed versus Flexible Exchange Rates: A Panel-VAR Analysis, *The Analysis of International Capital Markets: Understanding Europe's Role in the Global Economy*, Research Network, funded by the European Commission under the Research Training Network Programme.

URL: <http://www.warwick.ac.uk/res2003/papers/Hoffmann.pdf>, gefunden: 24.08.2011.

Huijg, Aart, Carl Koopmans and Piet Rietveld (2011). An Accessibility Approach to Railways and Municipal Population Growth, 1840-1930.

URL: <http://intranet.imet.gr/Portals/0/UsefulDocuments/documents/01884.pdf>, gefunden: 08.02.2011.

Im, K., M. Pesaran and Y. Shin (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels, *Journal of Econometrics*, 115: 53-74.

Levin, A., C. Lin and C. Chu (2002). Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties, *Journal of Econometrics*, 108: 1-24.

Maeso-Fernandez, Francisco, Chiara Osbat and Bernd Schnatz (2004). Towards the Estimation of Equilibrium Exchange Rates for CEE Acceding Countries: Methodological Issues and a Panel Cointegration Perspective, *Working Paper Series No. 353*, European Central Bank.

URL: <http://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp353.pdf>, gefunden: 26.08.2011

Mankiw, Gregory, Paul Romer and David Weil (1990). A contribution to the empirics of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 57: 407-438.

- Munnell, Alicia H. (1990). Why Has Productivity Growth Declined? Productivity and Public Investment, *New England Economic Review*, January/February 1990: 3-22
- Munnell, Alicia H. (1990). How Does Public Infrastructure Affect Regional Economic Performance?, *New England Economic Review*, September/October 1990: 11-33.
- Pedroni, Peter (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61: 653–70.
- Pedroni, Peter (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis, *Econometric Theory*, 20: 597–625.
- Romer, Paul M. (1986). Increasing Returns and Long Run Growth, *Journal of Political Economy*, 94: 1002-1037.
- Romer, Paul M. (1990). Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, 98: 71-102.
- Rupasingha, Anil, Stephan J. Goetz and David Freshwater (2002). Social and Institutional Factors as Determinants of Economic Growth: Evidence from the United States Counties, *Papers in Regional Science*, 81: 139-155.
- Shirley, Chad and Clifford Winston (2004). Firm Inventory Behavior and the Returns from Highway Infrastructure Investments, *Journal of Urban Economics*, 55: 398-415.
- Solow, Robert (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, 70: 65-94.
- Solow, Robert (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function, *Review of Economics and Statistics*, 39: 312-20.
- Swaminathan, Alamelu Mangal (2009). Infrastructure Investment and Regional Economic Growth: A Case Study of Maharashtra.
URL: http://www.mu.ac.in/arts/social_science/eco/pdfs/vibhuti/wp33.pdf, gefunden: 29.04.2011.
- Vidangos, Ivan (2009). Fluctuations in Individual Labor Income: A Panel VAR Analysis, *Finance and Economics Discussion Series*, Divisions of Research & Statistics and Monetary Affairs, Federal Reserve Board, Washington, D.C.
- White, Halbert (1980). A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity, *Econometrica*, 48: 817-838.

In der Reihe „Strukturberichterstattung“ des Staatssekretariats für Wirtschaft sind seit 2000 erschienen:

1	Arvanitis, S. u.a. (2000) Die preisliche Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Wirtschaftszweige	22.-
2	Arvanitis, S. u.a. (2001) Untersuchung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Wirtschaftszweige anhand einer „Constant Market Shares“-Analyse der Exportanteile	18.-
3	Raffelhüschen, B. u.a. (2001) Zur Nachhaltigkeit der schweizerischen Fiskal- und Sozialpolitik: Eine Generationenbilanz (ohne Software GAP)	21.-
4	Arvanitis, S. u.a. (2001) Unternehmensgründungen in der schweizerischen Wirtschaft	26.-
5	Arvanitis, S. u.a. (2001) Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft. Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung 1999	34.-
6	Crivelli, L. u.a. (2001) Efficienza nel settore delle case per anziani svizzere	26.-
7	Hollenstein, H. (2001) Die Wirtschaftsbeziehungen zwischen der Schweiz und Osteuropa	23.-
8	Henneberger, F. u.a. (2001) Internationalisierung der Produktion und sektoraler Strukturwandel: Folgen für den Arbeitsmarkt	21.-
9	Arvanitis, S. u.a. (2002) Finanzierung von Innovationsaktivitäten. Eine empirische Analyse anhand von Unternehmensdaten	22.-
10	Arvanitis, S. u.a. (2002) Qualitätsbezogene und technologische Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Industriezweige. Beurteilung auf Grund der Export- bzw. Importmittelwerte und der Hochtechnologieexporte	18.-
11	Ott, W. u.a. (2002) Globalisierung und Arbeitsmarkt: Chancen und Risiken für die Schweiz	28.-
12	Müller, A. u.a. (2002) Globalisierung und die Ursachen der Umverteilung in der Schweiz. Analyse der strukturellen und sozialen Umverteilungen in den 90-er Jahren mit einem Mehrländer-Gewichtsmo- dell	24.-
13	Kellermann, K. (2002) Eine Analyse des Zusammenhangs zwischen fortschreitender Globalisierung und der Besteuerung mobiler Faktoren nach dem Äquivalenzprinzip	18.-
14	Infras (2002) Globalisierung, neue Technologien und struktureller Wandel in der Schweiz	28.-
15	Fluckiger, Y. u.a. (2002) Inégalité des revenus et ouverture au commerce extérieur	20.-
16	Bodmer, F. (2002) Globalisierung und Steuersystem in der Schweiz	22.-
17	Arvanitis, S. u.a. (2003) Die Schweiz auf dem Weg zu einer wissensbasierten Ökonomie: eine Bestandaufnahme	28.-
18	Koch, Ph. (2003) Regulierungsdichte: Entwicklung und Messung	23.-
19	Iten, R. u.a. (2003) Hohe Preise in der Schweiz: Ursachen und Wirkungen	36.-
20	Kuster, J. u.a. (2003) Tourismusdestination Schweiz: Preis- und Kostenunterschiede zwischen der Schweiz und EU	23.-
21	Eichler, M. u.a. (2003) Preisunterschiede zwischen der Schweiz und der EU. Eine empirische Untersuchung zum Ausmass, zu Erklärungsansätzen und zu volkswirtschaftlichen Konsequenzen	34.-
22	Vaterlaus, St. u.a. (2003) Liberalisierung und Performance in Netzsektoren. Vergleich der Liberalisierungsart von einzelnen Netzsektoren und deren Preis-Leistungs-Entwicklung in ausgewählten Ländern	37.-
23	Arvanitis, S. u.a. (2003) Einfluss von Marktmobilität und Marktstruktur auf die Gewinnmargen von Unternehmen – Eine Analyse auf Branchenebene	23.-
24	Arvanitis, S. u.a. (2004) Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft – Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung 2002	28.-
25	Borgmann, Ch. u.a. (2004) Zur Entwicklung der Nachhaltigkeit der schweizerischen Fiskal- und Sozialpolitik: Generationenbilanzen 1995-2001	20.-
26D	de Chambrier, A. (2004) Die Verwirklichung des Binnenmarktes bei reglementierten Berufen: Grundlagenbericht zur Revision des Bundesgesetzes über den Binnenmarkt	19.-
26F	de Chambrier, A. (2004) Les professions réglementées et la construction du marché intérieur: rapport préparatoire à la révision de la loi sur le marché intérieur	19.-
27	Eichler, M. u.a. (2005) Strukturbrüche in der Schweiz: Erkennen und Vorhersehen	23.-
28	Vaterlaus, St. u.a. (2005) Staatliche sowie private Regeln und Strukturwandel	32.-
29	Müller, A. u.a. (2005) Strukturwandel – Ursachen, Wirkungen und Entwicklungen	24.-
30	von Stokar Th. u.a. (2005) Strukturwandel in den Regionen erfolgreich bewältigen	22.-

31	Kellermann, K. (2005) Wirksamkeit und Effizienz von steuer- und industriepolitischen Instrumenten zur regionalen Strukturanpassung	22.-
32	Arvanitis, S. u.a. (2005) Forschungs- und Technologiestandort Schweiz: Stärken-/Schwächenprofil im internationalen Vergleich	25.-
33E	Copenhagen Economics, Ecoplan, CPB (2005) Services liberalization in Switzerland	31.-
34	Arvanitis, S. u.a. (2007) Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft - Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationsserhebung 2005	34.-
35/1	Brunetti, A., und S. Michal (eds.) - 2007 - Services Liberalization in Europe: Case Studies (vol. 1)	37.-
35/2	Brunetti, A., und S. Michal (eds.) - 2007 - Services Liberalization in Europe: Case Studies (vol. 2)	26.-
36/1	Balastèr, P., et C. Moser (éd.) - 2008 - Sur la voie du bilatéralisme: enjeux et conséquences (vol.1)	38.-
36/2	Balastèr, P., et C. Moser (éd.) - 2008 - Sur la voie du bilatéralisme: enjeux et conséquences (vol. 2)	41.-
37	Kellermann, K. (2007) Die öffentlichen Ausgaben der Kantone und ihrer Gemeinden im Quervergleich	25.-
38	Ecoplan (2008) Benchmarking: Beispiel öffentlicher Regionalverkehr	15.-
39	Filippini, M. & M. Farsi (2008) Cost efficiency and scope economies in multi-output utilities in Switzerland	18.-
40	Kuster, J., und H.R. Meier (2008) Sammlung von Altpapier durch die Gemeinden - statistische Benchmarking-Methoden im Test	12.-
41	Frick, A. (2008) Benchmarking öffentlicher Leistungen anhand des Fallbeispiels "Berufsbildung": Vergleich der kantonalen Ausgaben für die Berufsbildung	14.-
42	Schoenenberger, A. e.a. (2009) Efficacité technique des exploitations forestières publiques en Suisse	25.-
43	Arvanitis, S. u.a. (2008) Innovation und Marktdynamik als Determinanten des Strukturwandels	14.-
44/1	Worm, H. u.a. (2009) Evaluation Kartellgesetz: Volkswirtschaftliche Outcome-Analyse	28.-
44/2	Hüschelrath, K. u.a. (2009) Evaluation Kartellgesetz: Fallstudien zu den Wirkungen des Kartellgesetzes	36.-
44/3	Baudenbacher, C. (2009) Evaluation Kartellgesetz: Institutionelles Setting Vertikale Abreden Sanktionierung von Einzelpersonen Zivilrechtliche Verfahren – with an English summary	36.-
44/4	Heinemann, A. (2009) Evaluation Kartellgesetz: Die privatrechtliche Durchsetzung des Kartellrechts	22.-
45	Hulliger, B. u.a. (2009) Erste Auswirkungen der Abschaffung der Buchpreisbindung - Technischer Bericht und Vertiefung	22.-
46	Arvanitis, S. u.a. (2010) Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft - Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationsserhebung 2008	33.-
47/1	Arvanitis, S. u.a. (2011) Exportpotenziale im Dienstleistungssektor (Band 1)	31.-
47/2	Moser, P. u.a. (2011) Exportpotenziale im Dienstleistungssektor (Band 2)	16.-
47/3	Delimatsis, P. (2011) Exportpotenziale im Dienstleistungssektor (Band 3)	25.-
47/4	Egger, P., und G. Wamser (2011) Exportpotenziale im Dienstleistungssektor (Band 4)	14.-
48/1	Vaterlaus, St. u.a. (2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 1)	20.-
48/2	Peter, M. u.a.(2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 2)	28.-
48/3	Suter, St. u.a. (2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 3)	19.-
48/4	Bruns, F. u.a. (2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 4)	20.-
48/5	Müller, U. u.a. (2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 5)	26.-

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD

Staatssekretariat für Wirtschaft SECO

Direktion für Wirtschaftspolitik

Holzikofenweg 36, 3003 Bern

Vertrieb: Tel. +41 (0)31 324 08 60, Fax +41 (0)31 323 50 01, 12.2011 100

www.seco.admin.ch, wp-sekretariat@seco.admin.ch

ISBN 978-3-905967-09-8